



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

PROYEK AKHIR – RC 090412

**PERENCANAAN ULANG JALAN KERETA API JALUR
REL GANDA DI BOJONEGORO SURABAYA
KM 159,600 M SAMPAI DENGAN KM 161,000 M**

FEBRIANTO NYOTO PUTRO
NRP : 3112 040 608

Dosen Pembimbing
Ir. Chomaedhi, CES, GEO.
NIP : 19550319.198403.1.001

PROGRAM DIPLOMA IV TEKNIK SIPIL
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2014



PROYEK AKHIR – RC 090412

**PERENCANAAN ULANG JALAN KERETA API
JALUR REL GANDA DI BOJONEGORO SURABAYA
KM 159,600 M SAMPAI DENGAN KM 161,000 M**

FEBRIANTO NYOTO PUTRO
NRP : 3112 040 608

Dosen Pembimbing
Ir. Chomaedhi, CES, GEO.
NIP : 19550319.198403.1.001

PROGRAM DIPLOMA IV TEKNIK SIPIL
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2014



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

Finaly Project – RC 090412

REDESIGN OF DOUBLE TRACK RAIL ROAD AT BOJONEGORO SURABAYA (KM 159.600 M TO KM 161.000 M)

FEBRIANTO NYOTO PUTRO
NRP : 3112 040 608

Advisor Lecture
Ir. Chomaedhi, CES, GEO.
NIP : 19550319.198403.1.001

DIPLOMA IV CIVIL ENGINEERING
Civil Engineering and Planning of Faculty
Sepuluh November Institute of Technology
Surabaya 2014



Finaly Project – RC 090412

**REDESIGN OF DOUBLE TRACK RAIL ROAD
AT BOJONEGORO SURABAYA
(KM 159.600 M TO KM 161.000 M)**

FEBRIANTO NYOTO PUTRO
NRP : 3112 040 608

Advisor Lecture
Ir. Chomaedhi, CES, GEO.
NIP : 19550319.198403.1.001

DIPLOMA IV CIVIL ENGINEERING
Civil Engineering and Planning of Faculty
Sepuluh November Institute of Technology
Surabaya 2014

**REDESIGN OF DOUBLE TRACK RAIL ROAD
AT BOJONEGORO SURABAYA
(KM 159.600 M TO KM 161.000 M)**

Student name : Febrianto Nyoto Putro
Main Number : 3112 040 608
Department : Diploma 4 Teknik Sipil
Lecture : Ir. Chomaedi, CES, GEO

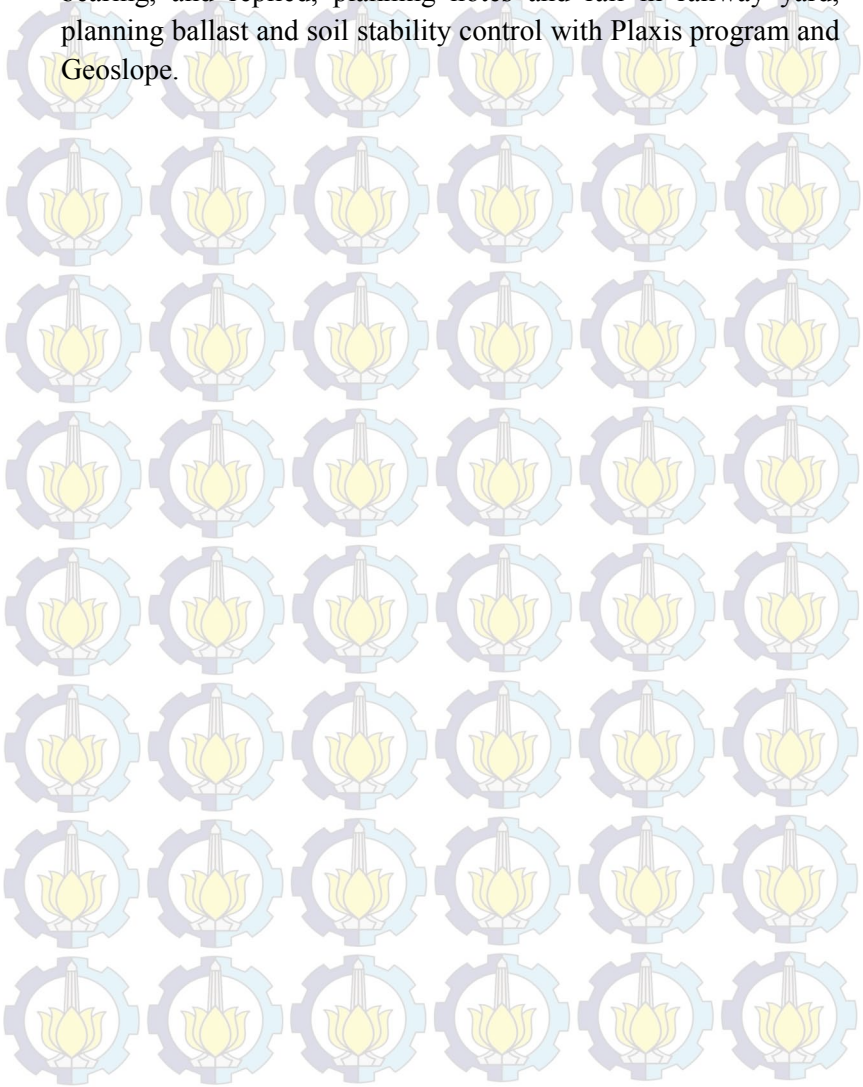
Railroad or railroad commonly called, is a major railway infrastructure and is the hallmark of railway transportation as a series of trains can only pass road, built for her the railroad tracks. This is a series of rails that guide the trains to move from one place to another.

As more and more enthusiasts will be the mode of transportation is the train travel schedule is becoming increasingly congested. Indonesia's existing railway lines are still using one lane, so that trains travel schedule should be arranged in such a way so that no series of accidents between trains that intersects this is the cause of frequent rail travel becomes too late.

Construction of double track railway lines expected to improve the smoothness of the train trip so the queue due to the deviation between the two sets of trains can be avoided. MSP railway line T12 package is a double rail line is scheduled to be completed this year, in which this pathway is the main route connecting the station bojonegoro and Surabaya.

In this final project will be re-planning that includes planning alignment for double track alignment, geometric design includes horizontal alignment and vertical alignment, railway

construction structure calculations that include rail, fastening, bearing, and replied, planning notes and rail in railway yard, planning ballast and soil stability control with Plaxis program and Geoslope.



**PERENCANAAN ULANG JALAN KERETA API JALUR
REL GANDA
DI BOJONEGORO SURABAYA KM 159,600 M S/D KM
161,000 M**

Nama Mahasiswa : Febrianto Nyoto Putro
NRP : 3112 040 608
Jurusan : Diploma 4 Teknik Sipil
Dosen Pembimbing : Ir. Chomaedi, CES, GEO

Abstrak

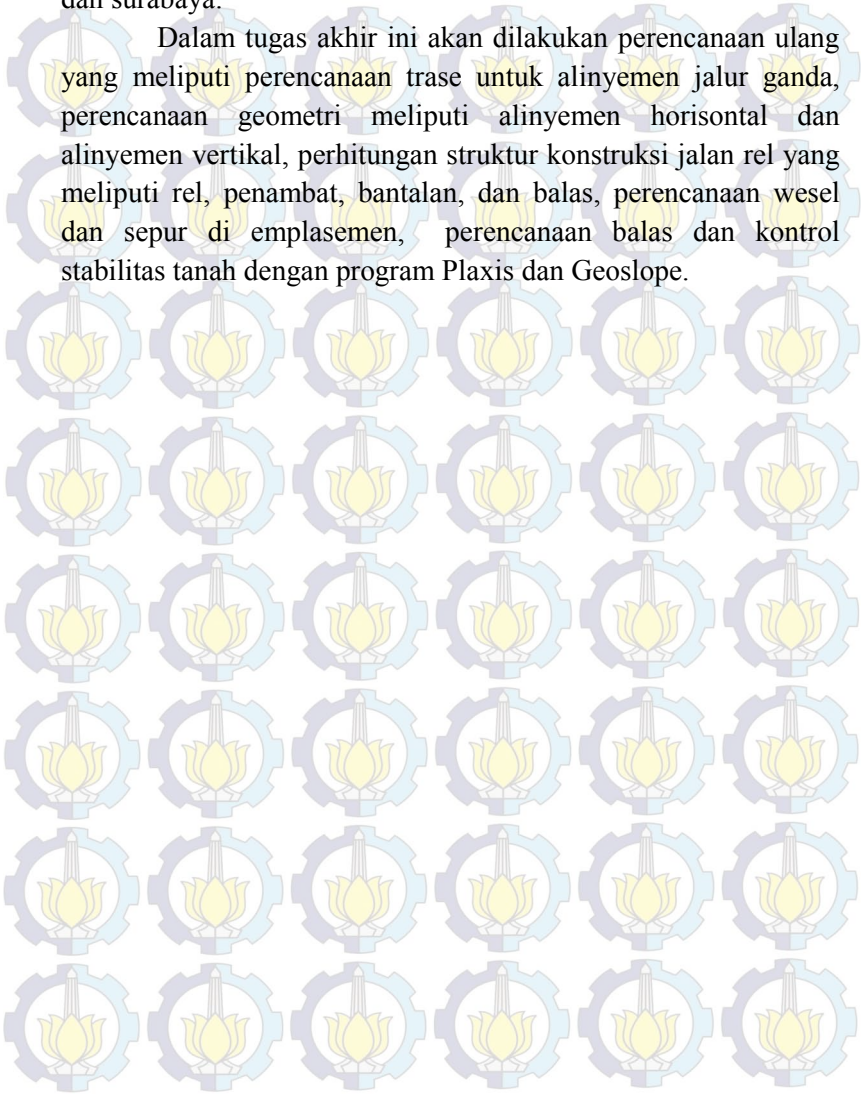
Jalan kereta api atau biasa disebut rel kereta api, merupakan prasarana utama dalam perkeretaapian dan merupakan ciri khas moda transportasi kereta api karena rangkaian kereta api hanya bisa melewati jalan yang dibuat khusus untuknya yakni rel kereta api. Rel inilah yang memandu rangkaian kereta api tersebut berpindah dari satu tempat ke tempat lainnya.

Dengan semakin banyaknya peminat akan moda transportasi ini maka jadwal perjalanan kereta api menjadi semakin padat. Di Indonesia jalur kereta api yang ada masih menggunakan satu jalur, sehingga jadwal perjalanan kereta api harus diatur sedemikian rupa supaya tidak terjadi kecelakan antar rangkaian kereta api yang bersimpangan hal ini yang menyebabkan seringnya perjalanan kereta api menjadi terlambat.

Pembangunan jalur rel ganda kereta api diharapkan bisa meningkatkan kelancaran perjalanan kereta api sehingga antrian akibat simpangan antara dua rangkaian kereta api bisa dihindarkan. Jalur kereta api MSP Paket T12 merupakan jalur rel ganda yang dijadwalkan akan selesai tahun ini, dimana jalur ini

merupakan jalur utama yang menghubungkan stasiun bojonegoro dan surabaya.

Dalam tugas akhir ini akan dilakukan perencanaan ulang yang meliputi perencanaan trase untuk alinyemen jalur ganda, perencanaan geometri meliputi alinyemen horisontal dan alinyemen vertikal, perhitungan struktur konstruksi jalan rel yang meliputi rel, penambat, bantalan, dan balas, perencanaan wesel dan sepur di emplasemen, perencanaan balas dan kontrol stabilitas tanah dengan program Plaxis dan Geoslope.



LEMBAR PENGESAHAN

Judul Proyek Akhir

**PERENCANAAN ULANG JALAN KERETA API
JALUR REL GANDA DI BOJONEGORO SURABAYA
KM 159,600 M S/D KM 161,000 M**

**Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar
Sarjana Sains Terapan
Pada :**

**Program Studi Diploma IV Teknik Sipil dan Perencanaan
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya**

**Di susun oleh :
Mahasiswa**

**Febrianto Nyoto Putro
Nrp. 3112.040.608**

**Mengetahui,
Dosen Pembimbing**



Ir. Chomaedhi, CES.Geo

NIP. 19550319 198403 1 001

KATA PENGANTAR

Kami selaku penyusun proyek ahir ini mengucapkan puji syukur kepada Allah SWT atas segala petunjuk dan rahmat nya sehingga kami dapat menyelesaikan proyek ahkhir ini yang berjudul “Perencanaan Ulang Jalan Kereta Api Jalur Rel Ganda Di Bojonegoro Surabaya Km 159,600 m S/D Km 161,000 m“. Penulis mengucapkan terima kasih sebanyak banyak nya atas terselesaikan nya Laporan Proyek Akhir ini kepada :

1. Allah SWT atas petunjuk dan karunia nya yang diberikan sehingga dapat menyelesaikan Proyek Akhir ini.
2. Ayah tercinta, (alm) atas semua dorongan baik material maupun moral dalam penyusunan tugas akhir ini, semoga mendapat tempat terbaik disana.
3. Bapak Ir. Chomaedi, CES, GEO selaku dosen pembimbing .
4. Cancan yang ikut meramaikan suasana dalam penyusunan Laporan Proyek Akhir ini.
5. Semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan Laporan Proyek Akhir ini.

Penulis menyadari dalam pembuatan Proyek Akhir ini masih membutuhkan kesempurnaan dan masih terdapat kekurangan. Untuk itu kami mohon kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan Laporan Proyek Akhir ini.

Pada akhirnya kami berharap Proyek Akhir ini dapat membawa manfaat bagi para pembaca khususnya mahasiswa Diploma III dan IV Teknik Sipil ITS Surabaya.

Surabaya, Juli 2014

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Abstrak	v
Lembar Pengesahan	vi
Kata Pengantar	vii
Daftar Isi	xiii
Daftar Tabel	xvi

BAB I Pendahuluan

1.1. Latar Belakang Masalah.....	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah	3
1.4. Tujuan Perencanaan	3
1.5. Manfaat Hasil Perencanaan	4

BAB II Tinjauan Pustaka

2.1. Geometrik Jalan Rel	5
2.1.1. Lebar Sepur	5
2.1.2. Alinyemen Horisontal	5
2.1.3. Alinyemen Vertikal	12
2.1.4. Landai pada Lengkung atau Terowongan	14
2.1.5. Penampang Melintang	14
2.2. Standar Jalan Rel	15
2.2.1. Klasifikasi Jalan Rel	15
2.2.2. Daya Angkut Lalu Lintas	15
2.3. Susunan Jalan Rel	16
2.3.1. Tipe dan karakteristik penampang	16
2.3.2. Jenis komposisi kimia, kekuatan, dan kekerasan ..	18
2.3.3. Jenis rel menurut panjangnya	19

2.3.4. Sambungan rel	19
2.3.5. Kedudukan rel	22
2.3.6. Pelat penyambung	22
2.4. Wesel	23
2.4.1. Jenis Wesel	23
2.4.2. Komponen Wesel	25
2.5. Penambat Rel	26
2.5.1. Jenis Penambat	26
2.5.2. Penggunaan Penambat	26
2.6. Bantalan	27
2.6.1. Bantalan Kayu	27
2.6.2. Bantalan Baja	27
2.6.3. Bantalan Beton Tunggal Depan proses "Pretension"	28
2.6.4. Bantalan beton Pratekan Blok Tunggal dengan Proses 'Posttension'	29
2.6.5. Bantalan beton blok ganda	29
2.7. Balas	30
2.7.1. Lapisan Balas Atas	32
2.7.2. Lapisan Balas Bawah	32
2.8. Kontrol Stabilitas Tanah	32

BAB III Metodologi

3.1. Tahap Metode Pengumpulan Data	33
3.2. Teknik Analisa Data	35

BAB IV Konstruksi Jalan Rel

4.1. Perencanaan Geometrik Jalan KA	37
4.1.1. Perencanaan Lengkung Horisontal Trase Jalan KA PI-1	37
4.1.2. Pelebaran Sepur	41

4.1.3. Perencanaan Lengkung Vertikal Trase Jalan pada STA 159+600	41
4.2. Penentuan Jenis Rel	42
4.3. Perencanaan Bantalan	44
4.3.1. Data Bantalan	44
4.3.2. Data Perhitungan Bantalan	46
4.3.3. Jarak Bantalan	53
4.4. Penentuan Jenis Penambat	53
4.5. Penentuan Jenis Wesel	53
4.6. Perencanaan Balas	54
4.6.1. Lapisan Balas Atas	54
4.6.2. Lapisan Balas Bawah	58
4.6.3. Tegangan yang terjadi pada tanah dasar	60
4.7. Stabilitas Longsor	61

BAB V Rincian Anggaran Biaya

5.1. Rekap Harga Pekerjaan	69
5.2. Rincian Anggaran Biaya	71
5.3. Analisa Harga Satuan	73
5.4. Harga Satuan Upah dan Bahan	113

BAB VI P E N U T U P

6.1. Kesimpulan	117
-----------------------	-----



DAFTAR GAMBAR

BAB I Pendahuluan

Gambar 1.1 Peta Lokasi Perencanaan	2
--	---

BAB II Tinjauan Pustaka

Gambar 2.1. Skematik Gaya Pada Kondisi Gaya Sentrifugal Hanya Diimbangi Oleh Gaya Berat.....	6
Gambar 2.2. Skematik Gaya Pada Kondisi Gaya Sentrifugal Diimbangi Oleh Gaya Berat Dan Daya Dukung Komponen Jalan Rel.....	8
Gambar 2.3. Peninggian Elevasi Rel (H) Pada Lengkungan Jalur Tunggal.....	11
Gambar 2.4. Peninggian Elevasi rel (h) pada Lengkungan Jalur Ganda	11
Gambar 2.5. Sambungan Melayang.....	20
Gambar 2.6. Sambungan Menumpu.....	20
Gambar 2.7. Sambungan Siku	21
Gambar 2.8. Sambungan Berselang - selang.....	21
Gambar 2.9. Rel dipasang miring ke dalam kemiringan (tg) 1 : 40.....	17
Gambar 2.10. Wesel biasa kanan.....	24
Gambar 2.11. Wesel biasa kiri.....	24
Gambar 2.12. Wesel serah lengkung	24
Gambar 2.13. Wesel berlawanan arah lengkung	24
Gambar 2.14. Wesel simetris.....	24
Gambar 2.15. Wesel biasa searah.....	24
Gambar 2.16. Wesel biasa berlawanan arah.....	24
Gambar 2.17. Wesel serah tergeser	24
Gambar 2.18. Wesel berlawanan arah tergeser	25

Gambar 2.19. Wesel Inggris lengkap	25
Gambar 2.20. Wesel Inggris tak lengkap.....	25
Gambar 2.21. Wesel dan bagiannya	25
Gambar 2.22. Potongan Melintang Jalan Rel Pada Bagian Lurus	30
Gambar 2.23. Potongan Melintang Jalan Rel Pada Bagian Lengkung.....	31

BAB III Metodologi

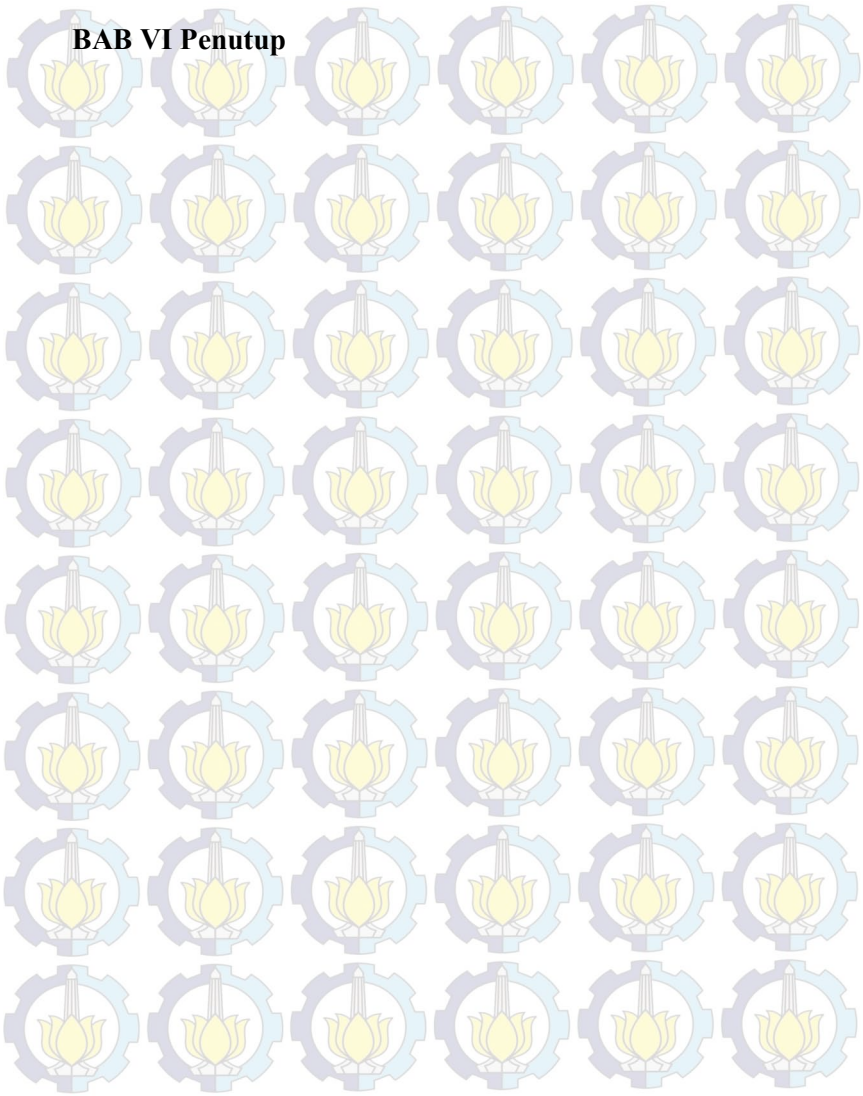
Gambar 3.1. Follow Chart Pelaksanaan Proyek Akhir.....	35
--	----

BAB IV Konstruksi Jalan Rel

Gambar 4.1. Alinyemen Horisontal.....	39
Gambar 4.2. Penampang Bantalan Beton.....	44
Gambar 4.3. Lebar Sepur	47
Gambar 4.4. Kondisi Tegangan Tahap Pratekan Awal	50
Gambar 4.5. Kondisi Tegangan Tahap Pratekan Efektif...	52
Gambar 4.6. Bagian - bagian Wesel	53
Gambar 4.7. Wesel di Emplasemen	54
Gambar 4.8. Ruas Jalan bojonegoro – surabaya km 160+950	61
Gambar 4.9. Sketsa Penampang Melintang.....	62
Gambar 4.10. Lapisan Tanah Dasar	62
Gambar 4.11. Beban Tegangan Tanah	64
Gambar 4.12. Tegangan Tanah.....	64
Gambar 4.13. Faktor Keamanan.....	65
Gambar 4.14. Beban Tegangan Tanah Perbaikan	66
Gambar 4.15. Tegangan Tanah Setelah Perbaikan.....	66
Gambar 4.16. Faktor Keamanan.....	67

BAB V Rincian Anggaran Biaya

BAB VI Penutup





DAFTAR TABEL

BAB I Pendahuluan

BAB II Tinjauan Pustaka

Tabel 2.1 Pelebaran Sepur	10
Tabel 2.2 Pengelompokan lintas berdasarkan pada kelandaian	12
Tabel 2.3 Landai penentu maksimum	13
Tabel 2.4 Kelas Jalan Rel	15
Tabel 2.5 Kelas jalan dan tipe relnya	16
Tabel 2.6 Karakteristik penampang rel	17
Tabel 2.7 Komposisi kima rel	18
Tabel 2.8 Panjang minimum rel	19
Tabel 2.9 Kemiringan tepi bawah kepala rel dan tepi atas kaki rel	23

BAB III Metodologi

Tabel 3.1 Metode Pelaksanaan Pekerjaan	35
--	----

BAB IV Konstruksi Jalan Rel

Tabel 4.1 Perhitungan Lengkung Horisontal	40
Tabel 4.2 Perhitungan pada lengkung vertikal	41
Tabel 4.3 Tabel tebal lapisan balas Menurut British regulation	55
Tabel 4.4 Data Tanah Lapangan	63
Tabel 4.5 Jenis Lapisan Badan Jalan Rel	65

BAB V Rincian Anggaran Biaya

BAB VI Penutup



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Kereta api saat ini merupakan sarana transportasi yang sangat diminati oleh masyarakat. Jika dibandingkan dengan sarana transportasi lain, kereta api dirasakan lebih ekonomis, tertib dan aman. Dengan semakin banyaknya pengguna moda transportasi ini maka perlu adanya peningkatan pelayanan dalam perkereta apian, di Indonesia jalan kereta api masih menggunakan satu jalur sehingga jadwal perjalanannya sering terhambat karena terjadi simpangan antara dua rangkaian kereta api oleh karena itu perlu adanya pembangunan prasarana yang mengarah pada pengembangan perkeretaapian. Jalur rel ganda merupakan solusi untuk mengurangi simpangan antara dua rangkaian kereta api sehingga perjalanan kereta api akan menjadi lebih singkat dan lebih aman.

Pembangunan jalur kereta api lintas Bojonegoro dengan Surabaya merupakan jalur padat yang merupakan jalur utama Jakarta – Surabaya dan dengan semakin meningkatnya mobilitas penumpang dan barang yang menggunakan jalur ini maka pembangunan jalur ganda diperlukan untuk peningkatan pelayanan dalam moda transportasi ini.

1.2. Perumusan Masalah

Wilayah studi perencanaan adalah perencanaan jalan kereta api jalur ganda di bojonegoro – Surabaya km 159,6 m sampai dengan km 161,0 m

Gambar 1.1. Peta Lokasi Perencanaan



Perumusan masalah dalam perencanaan ini meliputi :

- Bagaimana penentuan trase jalan kereta api jalur rel ganda.
- Bagaimana perencanaan geometri jalan kereta api meliputi perhitungan dan plotting alinyemen horisontal dan alinyemen vertikal trase jalur ganda.
- Bagaimana perhitungan struktur konstruksi jalan rel yang meliputi rel, penambat, bantalan, balas dan kestabilan tanah

- Bagaimana perhitungan wesel
- Berapa biaya yang diperlukan untuk pembangunan jalur rel ganda tersebut

1.3. Batasan Masalah

Perencanaan ini tidak membahas bangunan pelengkap seperti jembatan, gorong-gorong, signal dan persimpangan

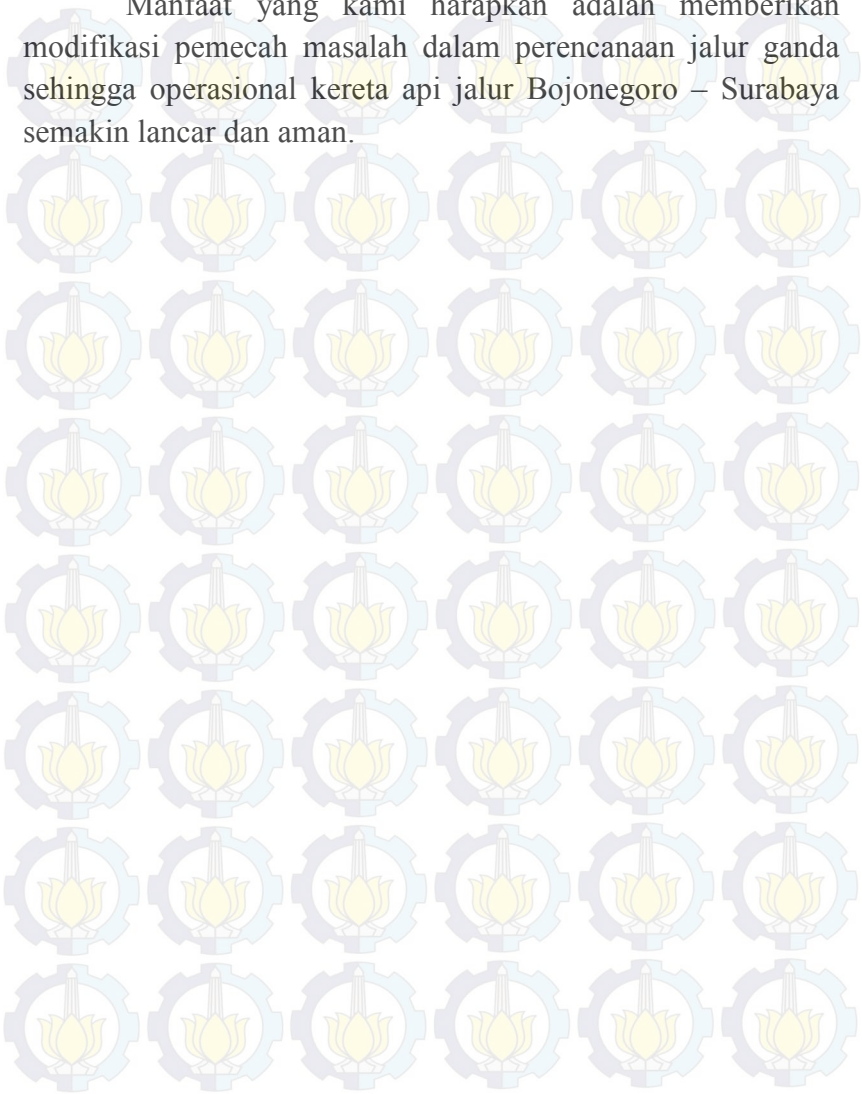
1.4. Tujuan Perencanaan

Tujuan perencanaan jalur ganda ini adalah :

- Agar dapat menentukan trase jalan kereta api jalur ganda .
- Agar dapat merencanakan geometri jalan kereta api meliputi perhitungan dan plotting alinyemen horisontal dan alinyemen vertikal trase jalur ganda.
- Agar dapat melakukan perhitungan struktur konstruksi jalan rel yang meliputi rel, penambat, bantalan, balas dan wesel
- Agar dapat mengontrol kestabilan tanah dari longsor dengan program Geoslope
- Agar dapat melakukan perhitungan anggaran pelaksanaan.

1.5. Manfaat Hasil Perencanaan

Manfaat yang kami harapkan adalah memberikan modifikasi pemecah masalah dalam perencanaan jalur ganda sehingga operasional kereta api jalur Bojonegoro – Surabaya semakin lancar dan aman.



BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Geometrik Jalan Rel

Geometrik jalan rel direncanakan berdasarkan pada kecepatan rencana serta ukuran-ukuran kereta yang melewatinya dengan memperhatikan faktor keamanan, kenyamanan, ekonomi dan keserasian dengan lingkungan sekitarnya.

2.1.1. Lebar Sepur

Untuk seluruh kelas jalan rel lebar sepur adalah 1067 mm yang merupakan jarak terkecil antara kedua sisi kepala rel, diukur pada daerah 0-14 mm di bawah permukaan teratas kepala rel.

2.1.2. Alinyemen Horisontal

Alinyemen horizontal adalah proyeksi sumbu jalan rel pada bidang horizontal alinyemen horizontal terdiri dari garis lurus dan lengkungan.

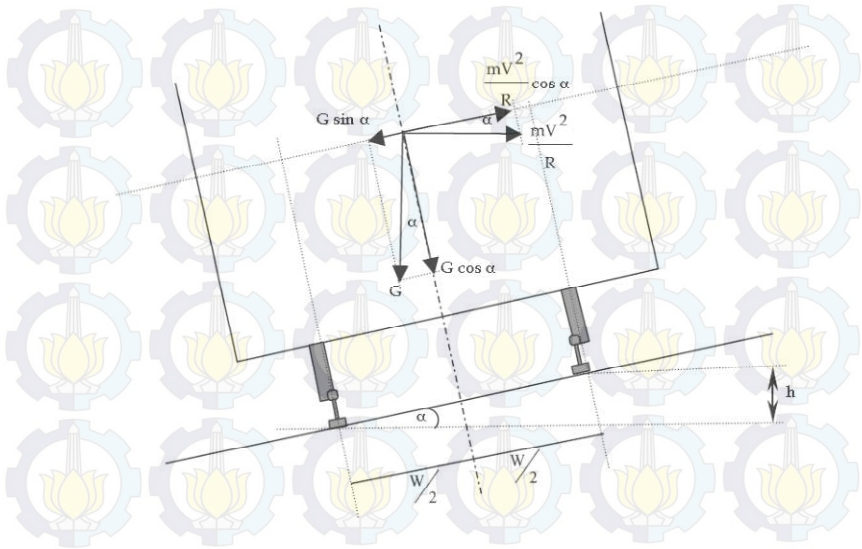
a. Lengkung Lingkaran

Untuk berbagai kecepatan rencana, besar jari – jari minimum diijinkan ditinjau dari 2 kondisi, yaitu :

1. *Gaya sentrifugal diimbangi sepenuhnya oleh gaya berat*

Persamaan dasar :

Gaya berat = Gaya sentrifugal



Gambar 2.1 Skematik gaya pada kondisi gaya sentrifugal hanya diimbangi oleh gaya berat

Sumber : Modul Prasarana Transportasi Jalan Rel Jurusan Teknik Sipil UMY

Dengan rumus praktis :

$$h = \frac{WV^2}{gR} \dots\dots\dots(2.1)$$

h = peninggian rel pada lengkung horisontal

W = jarak diantara kedua titik kontak roda dan

rel = 1120 mm

R = jari – jari lengkung horisontal (m)
g = percepatan gravitasi (9,81 m/detik²)
V = kecepatan rencana (km/jam)

Maka :

$$R = \frac{8,8V^2}{h} \dots\dots\dots(2.2)$$

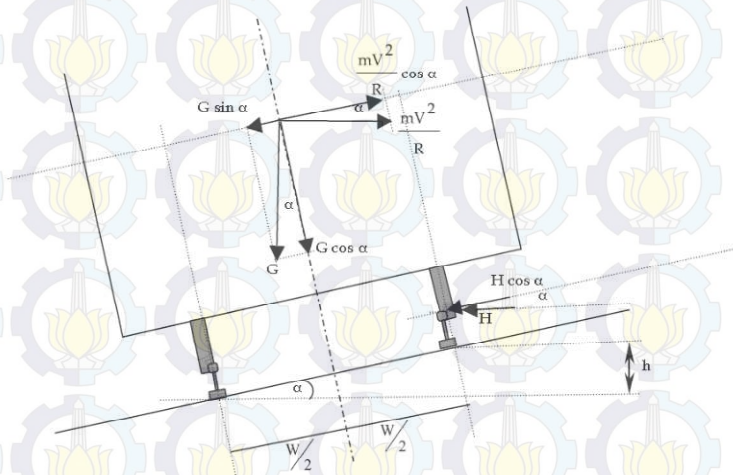
Dan dengan peninggian rel maksimum 110 mm maka

$$R_{\min} = 0,076 V^2 \dots\dots\dots(2.3)$$

2. *Gaya sentrifugal diimbangi oleh gaya berat dan daya dukung komponen jalan rel*

Persamaan dasar :

Gaya berat + komponen rel = Gaya sentrifugal



Gambar 2.2 Skematik gaya pada kondisi gaya sentrifugal diimbangi oleh gaya berat dan daya dukung komponen jalan rel

Sumber : Modul Prasarana Transportasi Jalan Rel Jurusan Teknik Sipil UMY

Maka :

$$a = \frac{V^2}{R} - g \frac{h}{W} \quad \dots\dots\dots (2.4)$$

Dimana a = percepatan sentrifugal (m/detik²)

Dengan percepatan sentrifugal maksimum = 0,0478 g
(dengan pertimbangan faktor kenyamanan penumpang) dan
peninggian maksimum, $h_{mak} = 110$ mm, maka :

$$R_{min} = 0,054 V^2 \dots\dots\dots(2.5)$$

b. Lengkung Peralihan

Lengkung peralihan adalah suatu lengkung dengan jari-jari yang berubah beraturan. Lengkung peralihan dipakai sebagai peralihan antara bagian yang lurus dan bagian lingkaran dan sebagai peralihan antara dua jari-jari lingkaran yang berbeda

Panjang minimum dari lengkung peralihan ditetapkan dengan rumus berikut :

$$L_h = 0,01 h v \dots\dots\dots(2.6)$$

Dimana L_h = panjang minimal lengkung peralihan.
 H = pertinggian relative antara dua bagian yang dihubungkan (mm).
 v = kecepatan rencana untuk lengkungan peralihan (km/jam).

c. Lengkung S

Lengkung S terjadi bila dua lengkung dari suatu lintas yang berbeda arah lengkungnya terletak bersambungan. Antara kedua lengkung yang berbeda arah ini harus ada bagian lurus sepanjang paling sedikit 20 meter di luar lengkung peralihan.

d. Pelebaran sepur

Perlebaran sepur dilakukan agar roda kendaraan rel dapat melewati lengkung tanpa mengalami hambatan. Pelebaran sepur dicapai dengan menggeser rel dalam kearah dalam.

Besar pelebaran sepur untuk berbagai jari-jari tikungan adalah seperti yang tercantum dalam tabel berikut.

Tabel 2.1. Pelebaran sepur

Pelebaran sepur (mm)	Jari-jari tikungan (meter)
0	$R > 600$
5	$550 < R < 600$
10	$400 < R < 550$
15	$350 < R < 400$
20	$100 < R < 350$

Sumber : Peraturan Dinas 10 PJKA Tahun 1986

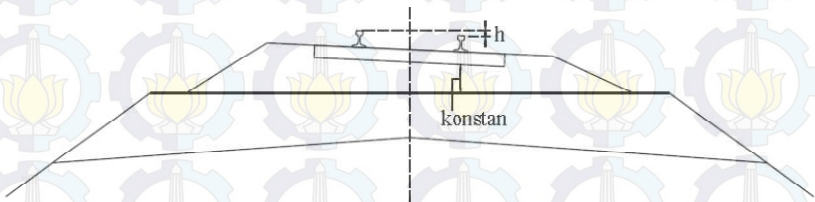
Perlebaran sepur maksimum yang diijinkan adalah 20 mm.

Perlebaran sepur dicapai dan dihilangkan secara berangsur sepanjang lengkung peralihan.

e. Peninggian rel

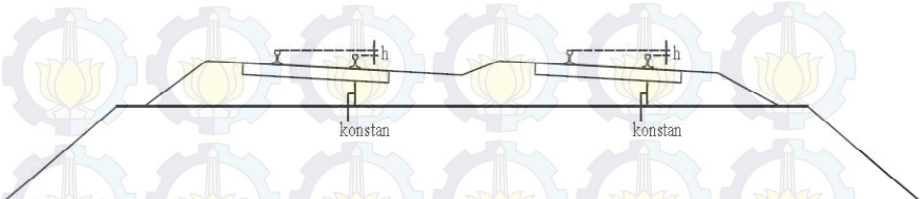
Pada lengkungan, elevasi rel luar dibuat lebih tinggi dari pada rel dalam untuk mengimbangi gaya sentrifugal yang dialami oleh rangkaian kereta.

Peninggian rel dicapai dengan menepatkan rel dalam pada tinggi semestinya dan rel luar lebih tinggi lihat gambar 2.3 dan gambar 2.4



Gambar 2.3. Peninggian elevasi rel (h) pada lengkungan jalur tunggal

Sumber : Peraturan Dinas 10 PJKA Tahun 1986



Gambar 2.4. Peninggian elevasi rel (h) pada lengkungan jalur ganda

Sumber : Peraturan Dinas 10 PJKA Tahun 1986

Dimana :

$$h_{\text{normal}} = 5,95 \frac{v^2}{R} \text{ (dalam mm) } \dots\dots\dots (2.7)$$

Peninggian rel dicapai dan dihilangkan secara berangsur sepanjang lengkung peralihan. Untuk tikungan tanpa lengkung peralihan peninggian rel dicapai secara berangsur tepat di luar lengkung lingkaran sepanjang suatu panjang peralihan

2.1.3. Alinyemen Vertikal

Alinemen vertikal adalah proyeksi sumbu jalan rel pada bidang vertikal yang melalui sumbu jalan rel tersebut; alinemen vertikal terdiri dari garis lurus, dengan atau tanpa kelandaian, dan lengkung vertikal yang berupa busur lingkaran

a. Pengelompokan lintas

Berdasar pada kelandaian dari sumbu jalan rel dapat dibedakan atas 4 (Empat) kelompok seperti yang tercantum dalam tabel berikut

Tabel 2.2 Pengelompokan lintas berdasarkan pada kelandaian

Kelompok	Kelandaian (‰)
Emplasemen	0 sampai 1,5
Lintas datar	0 sampai 10
Lintas pegunungan	10 sampai 40
Lintas dengan rel gigi	40 sampai 80

Sumber : Peraturan Dinas 10 PJKA Tahun 1986

b. Landai penentu

Landai penentu adalah suatu kelandaian (Pendakian) yang terbesar yang ada pada suatu lintas lurus. Besar landai penentu terutama berpengaruh pada kombinasi daya tarik lok dan rangkaian yang dioperasikan. Untuk masing-masing kelas jalan rel, besar landai penentu adalah seperti yang tercantum dalam tabel berikut

Tabel 2.3 Landai penentu maksimum

Kelas jalan rel	Landai penentu maksimum (‰)
1	10
2	10
3	20
4	25
5	25

Sumber : Peraturan Dinas 10 PJKA Tahun 1986

c. Landai curam

Dalam keadaan yang memaksa kelandaian (Pendakian) dari lintas lurus dapat melebihi landai penentu. Kelandaian ini disebut landai curam; panjang maksimum landai curam dapat ditentukan melalui rumus pendekatan sebagai berikut :

$$\ell = \frac{va^2 - vb^2}{2g \mathfrak{S}_k - S_{m-}} \dots\dots\dots (2.8)$$

Dimana :

ℓ = Panjang maximum landai curam (m).

V_a = Kecepatan minimum yang diijinkan dikaki landai curam m/detik.

V_b = Kecepatan minimum dipuncak landai curam (m/detik) $v_b \geq \frac{1}{2} v_a$.

g = Percepatan gravitasi.

S_k = Besar landai curam (‰).

S_m = Besar landai penentu (‰).

2.1.4. Landai pada lengkung atau terowongan

Apabila di suatu kelandaian terdapat lengkung atau terowongan, maka kelandaian di lengkung atau terowongan itu harus dikurangi sehingga jumlah tahanannya tetap

2.1.5 Penampang melintang

Penampang melintang jalan rel adalah potongan pada jalan rel, dengan arah tegak lurus sumbu jalan rel, di mana terlihat bagian-bagian dan ukuran-ukuran jalan rel dalam arah melintang.

2.2. Standar Jalan Rel

2.2.1. Klasifikasi Jalan Rel

Daya angkut lintas, kecepatan maksimum, beban gandar dan ketentuan-ketentuan lain untuk setiap kelas jalan, tercantum pada table 2.4.

Tabel 2.4. Kelas jalan rel

Kelas Jalan	Daya angkut lintas tahunan (Juta ton)	V maks (km/jam)	P maks gandar (ton)	Type rel	Jenis bantalan, Jarak (mm)	Jenis penambat	Tebal balas atas (cm)	Tebal bahu balas (cm)
I	> 20	120	18	R.60/R.54	Beton 600	EG	30	50
II	10 – 20	110	18	R.54/R.50	Beton/Kayu 600	EG	30	50
III	5 – 10	100	18	R.54/R.50/R.42	Beton/Kayu/Baja 600	EG/ET	30	40
IV	2,5 – 5	90	18	R.54/R.50/R.42	Beton/Kayu/Baja 600	EG/ET	25	40
V	< 2,5	80	18	R.42	Kayu/Baja	ET	25	35

ET = Elastik Tunggal; EG = Elastik Ganda

Sumber : Peraturan Dinas 10 PJKA Tahun 1986

2.2.2. Daya Angkut Lintas

Daya angkut lintas adalah jumlah angkutan anggapan yang melewati suatu lintas dalam jangka waktu satu tahun. Daya angkut lintas mencerminkan jenis serta jumlah beban total dan kecepatan kereta api yang lewat di lintas yang bersangkutan.

Daya angkut disebut daya angkut T dengan satuan ton/tahun.

2.3. Susunan Jalan Rel

2.3.1. Tipe dan karakteristik penampang

- a. Tipe rel untuk masing-masing kelas jalan tercantum dalam tabel berikut :

Tabel 2.5. Kelas jalan dan tipe relnya

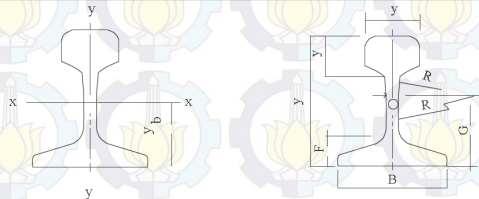
Kelas jalan rel	Tipe rel
1	R 60 / R 54
2	R 54 / R 50
3	R 54 / R 50 / R 42
4	R 54 / R 50 / R 42
5	R 42

Sumber : Peraturan Dinas 10 PJKA Tahun 1986

b. Karakteristik penampang rel tercantum pada tabel berikut :

Tabel 2.6. Karakteristik penampang rel

Besaran Geometri Rel	Tipe Rel			
	R.42	R.50	R. 54	R.60
H (mm)	138,00	153,00	159,00	172,00
B (mm)	110,00	127,00	140,00	150,00
C (mm)	68,50	65,00	72,20	74,30
D (mm)	13,50	15,00	16,00	16,50
E (mm)	40,50	49,00	49,40	51,00
F (mm)	23,50	30,00	30,20	31,50
G (mm)	72,00	76,00	74,97	80,95
R (mm)	320,00	500,00	508,00	120,00
A (cm ²)	54,26	64,20	69,34	76,86
W (kg/m)	42,59	50,40	54,43	60,34
Y _b (mm)	68,50	71,60	76,20	80,95
I _x (cm ⁴)	1,263	1,860	2,345	3,066
<p>A : Luas Penampang</p> <p>W : Berat rel per meter</p> <p>Y_b : Momen inersia terhadap sumbu X.</p> <p>I_x : Jarak tepi bawah rel ke garis netral</p>				



Sumber : Peraturan Dinas 10 PJKA Tahun 1986

2.3.2. Jenis komposisi kimia, kekuatan, dan kekerasan

a. Jenis

Jenis rel yang dipakai adalah rel tahan aus yang sejenis dengan rel UIC-WRA.

b. Komposisi kimia

Komposisi kimia rel tercantum pada tabel berikut

Tabel 2.7. Komposisi kimia rel

C	0,60% - 0,80%
Si	0,15% - 0,35%
Mn	0,90% - 1,10%
P	Max. 0,035%
S	Max. 0,025%

Sumber : Peraturan Dinas 10 PJKA Tahun 1986

d. Kekuatan rel

Kuat tarik minimum rel adalah 90 kg/mm² dengan perpanjangan minimum 10%.

e. Kekerasan rel

Kekerasan kepala rel tidak boleh kurang dari pada 240 Brinell.

2.3.3. Jenis rel menurut panjangnya

Menurut panjangnya dibedakan tiga jenis rel, yaitu :

- 1) Rel standar adalah rel yang panjangnya 25 meter.
- 2) Rel pendek adalah rel yang panjangnya maksimal 100 m.
- 3) Rel panjang adalah rel yang panjang tercantum minimumnya pada tabel berikut

Tabel 2.8. Panjang minimum rel

Jenis bantalan	Tipe Rel			
	R 42	R. 50	R.54	R. 60
Bantalan kayu	325 m	375 m	400 m	450 m
Bantalan beton	200 m	225 m	250 m	275 m

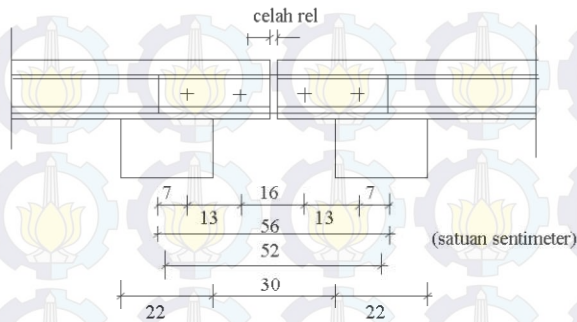
Sumber : Peraturan Dinas 10 PJKA Tahun 1986

2.3.4. Sambungan rel

Sambungan rel adalah konstruksi yang mengikat dua ujung rel sedemikian rupa sehingga operasi kereta api tetap aman dan nyaman. Sambungan ini adalah sambungan yang menggunakan pelat penyambung dan baut-mur.

Sambungan dari kedudukan terhadap bantalan dibedakan dua macam sambungan rel, yaitu :

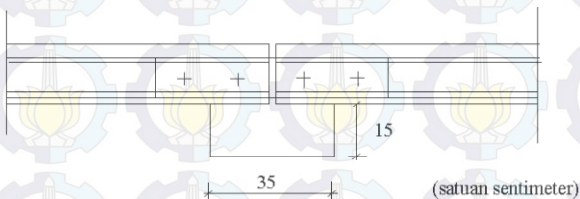
1. Sambungan melayang



Gambar 2.5. Sambungan Melayang

Sumber : Peraturan Dinas 10 PJKA Tahun 1986

2. Sambungan menumpu



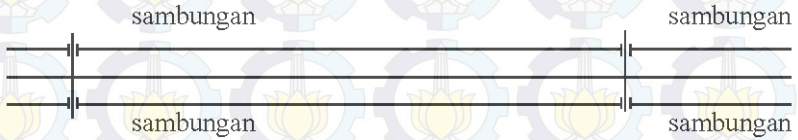
Gambar 2.6. Sambungan Menumpu

Sumber : Peraturan Dinas 10 PJKA Tahun 1986

Penempatan sambungan di sepur ada dua macam yaitu :

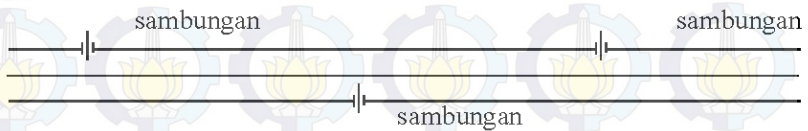
1. Penempatan secara siku (Gambar 2.3.), dimana kedua sambungan berada pada satu garis yang tegak lurus terhadap sumbu sepur.

2. Penempatan secara berselang-seling (Gambar 2.4.), dimana kedua sambungan rel tidak berada pada satu garis yang tegak lurus terhadap sumbu sepur



Gambar 2.7. Sambungan siku

Sumber : Peraturan Dinas 10 PJKA Tahun 1986

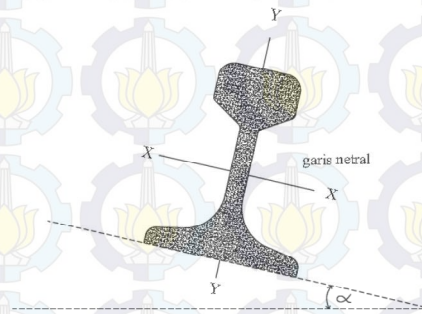


Gambar 2.8. Sambungan berselang-seling

Sumber : Peraturan Dinas 10 PJKA Tahun 1986

2.3.5. Kedudukan rel

Kecuali pada wesel dan di emplasemen dengan kecepatan kereta lambat, rel dipasang miring ke dalam dengan kemiringan 1:40 (Gambar 2.5).



Gambar 2.9. Rel dipasang miring ke dalam kemiringan (\tan)
1 : 40

Sumber : Peraturan Dinas 10 PJKA Tahun 1986

2.3.6. Pelat penyambung

1. Sepasang pelat penyambung harus sama panjang dan mempunyai ukuran yang sama.
 2. Bidang singgung antara pelat penyambung dengan sisi bawah kepala rel dan sisi atas kaki rel harus sesuai kemiringannya, agar didapat bidang geser yang cukup.
- Kemiringan tepi bawah kepala rel dan tepi atas rel tercantum pada tabel berikut

Tabel 2.9 Kemiringan tepi bawah kepala rel dan tepi atas kaki rel.

	Tepi bawah kepala rel	Tepi atas kaki rel
R 42	1 : 4	1 : 4
R 50	1 : 2,75	1 : 2,75
R 54	1 : 2,75	1 : 2,75
R 60	1 : 2,93	1 : 2,75

Sumber : Peraturan Dinas 10 PJKA Tahun 1986

2.4. Wesel

Fungsi wesel adalah untuk mengalihkan kereta dari satu sepur ke sepur yang lain.

2.4.1 Jenis wesel

1. Wesel biasa

a. Wesel biasa

- Wesel biasa kanan (gambar 2.10)
- Wesel biasa kiri (gambar 2.11)
- b. Wesel dalam lengkung.
 - Wesel serah lengkung (gambar 2.12)
 - Wesel berlawanan arah lengkung (gambar 2.13)
 - Wesel simetris (gambar 2.14)

2. Wesel tiga jalan

a. Wesel biasa

- Wesel biasa searah (gambar 2.15)
- Wesel biasa berlawanan arah (gambar 2.16)

b. Wesel dalam lengkung.

- Wesel serah tergeser (gambar 2.17)
- Wesel berlawanan arah tergeser (gambar 2.18)

3. Wesel Inggris

Wesel Inggris adalah wesel yang dilengkapi dengan gerakan-gerakan lidah serta sepur-sepur bengkok.

- a. Wesel Inggris lengkap (gambar 2.19)
- b. Wesel Inggris tak lengkap (gambar 2.20)



Gambar 2.10



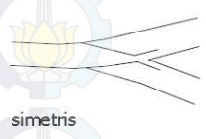
Gambar 2.11



Gambar 2.12



Gambar 2.13



Gambar 2.14



Gambar 2.15



Gambar 2.16



Gambar 2.17



Gambar 2.18



Gambar 2.19



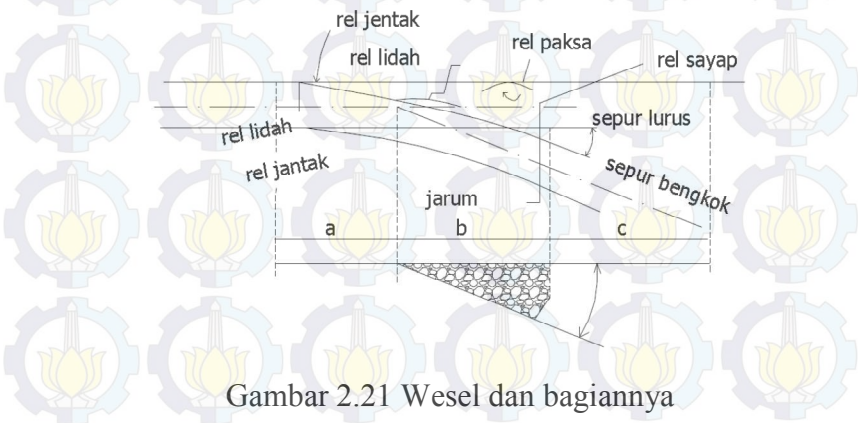
Gambar 2.20

Sumber : Peraturan Dinas 10 PJKA Tahun 1986

2.4.2 Komponen wesel

Wesel terdiri atas komponen-komponen sebagai berikut:

1. Lidah
2. Jarum beserta sayap-sayapnya
3. Rel lantak
4. Rel paksa
5. Sistem penggerak



Gambar 2.21 Wesel dan bagiannya

Sumber : Peraturan Dinas 10 PJKA Tahun 1986

2.5. Penambat Rel

Penambat rel adalah suatu komponen yang menambatkan rel pada bantalan sedemikian rupa sehingga kedudukan rel adalah tetap, kokoh dan tidak bergeser.

Pada suatu konstruksi penambat rel yang sempurna diperlukan adanya:

- a) Kekuatan penjepitan (*vertical clamping forces*)
- b) Kekuatan puntiran (*torsion resistance*)
- c) Kemampuan menghadapi perambatan (*rail creep resistance*)

2.5.1. Jenis Penambat

Jenis penambat yang dipergunakan adalah penambat elastic dan penambat kaku. Penambat kaku terdiri atas tirpon , mur dan baut. Penambat elastik tunggal dan penambat elastik ganda. Penambat elastik ganda terdiri dari pelat andas, pelat atau batang jepit elastik,, alas rel, tarpon, mur dan baut.

Pada bantalan beton, tidak diperlukan pelat andas, tetapi dalam hal ini tebal karet las (rubber pad) rel harus disesuaikan dengan kecepatan maksimum.

2.5.2. Penggunaan penambat

Penambat kaku tidak boleh dipakai untuk semua kelas jalan rel. Penambat elastic tunggal hanya boleh dipergunakan pada jalan kelas 4 dan kelas 5.

Penambat elastik ganda dapat dipergunakan pada semua kelas jalan rel, tetapi tidak dianjurkan untuk jalan rel kelas 5.

2.6 Bantalan

Bantalan berfungsi meneruskan bahan dari rel ke balas, menahan lebar sepur dan stabilitas kearah luar jalan rel.

Bantalan dapat terbuat dari kayu, baja ataupun beton. Pemilihan didasarkan pada kelas yang sesuai dengan klasifikasi jalan rel Indonesia.

2.6.1. Bantalan kayu

1. Pada jalan yang lurus bantalan kayu mempunyai ukuran

Panjang = L = 2.000 mm

Tinggi = t = 130 mm

Lebar = b = 220 mm

2. Mutu kayu yang dipergunakan untuk bantalan kayu, harus memenuhi ketentuan Peraturan Bahan Jalan Rel Indonesia (PBjRI).

3. Bantalan kayu pada bagian tengah maupun bagian bawah rel, harus mampu menahan momen maksimum sebesar:

Kayu kelas I = 800 Kg-m

Kayu kelas II = 530 Kg-m

2.6.2. Bantalan baja

1. Pada jalur lurus bantalan baja mempunyai ukuran:

Panjang : 2.000 mm

Lebar atas : 144 mm

Lebar bawah : 232 mm

Tebal baja : minimal 7 mm

2. Mutu baja yang dipakai untuk bantalan baja, harus memenuhi ketentuan Peraturan Bahan Jalan Rel Indonesia (PBJRI).
3. Bantalan baja pada bagian tengah bantalan maupun pada bagian bawah rel, harus mampu menahan momen sebesar = 650 kg-m.

2.6.3. Bantalan Beton Tunggal Depan proses "Pretension".

1. Pada jalur lurus, bantalan beton pratekan dengan proses "pretension" mempunyai ukuran panjang:

$$L = l + 2\alpha \phi \quad \dots\dots\dots (2.9)$$

Dimana :

l = jarak antara kedua sumbu vertikal rel (mm)

α = 80 sampai 160

ϕ = diameter kabel baja prategang (mm)

2. Mutu campuran beton harus mempunyai kuat tekan karakteristik tidak kurang dari 500 kg/cm², mutu baja untuk tulangan geser tidak kurang dari U-21 dan mutu baja prategang ditetapkan dengan tegangan putus minimum sebesar 17.000 kg/cm².
3. Bantalan beton paratekan dengan proses "pretension" harus mampu memikul momen minimum sebesar :

Bagian bawah rel = + 1.500 kg-m

Bagian tengah bantalan = - 765 kg-m

2.6.4. Bantalan beton Pratekan Blok Tunggal dengan Proses 'Posttension'.

1. Pada jalur lurus, bantalan beton pratekan dengan proses "Posttension" mempunyai ukuran panjang:

$$L = l + 2 \gamma \dots\dots\dots (2.10)$$

Di mana :

l = jarak antara kedua sumbu vertikal rel (mm)

γ = panjang daerah regularisasi tegangan, yang tergantung jenis anker yang dipakai.

2. Mutu campuran beton harus mempunyai kuat tekan karakteristik tidak kurang dari 500 kg/cm², mutu baja untuk tulangan geser tidak kurang dari mutu U-24 dan mutu baja parategang ditetapkan dengan tegangan putus minimum sebesar 17.000 kg/cm².

3. Bantalan beton paratekan dengan proses "posttension" harus mampu memikul momen minimum sebesar :

Bagian bawah rel = + 1.500 kg-m

Bagian tengah bantalan = - 765 kg-m

2.6.5. Bantalan beton blok ganda

1. Pada jalur lurus, satu buah bantalan beton blok ganda mempunyai ukuran , sebagai berikut:

- Panjang = 700 mm

- Lebar = 300 mm

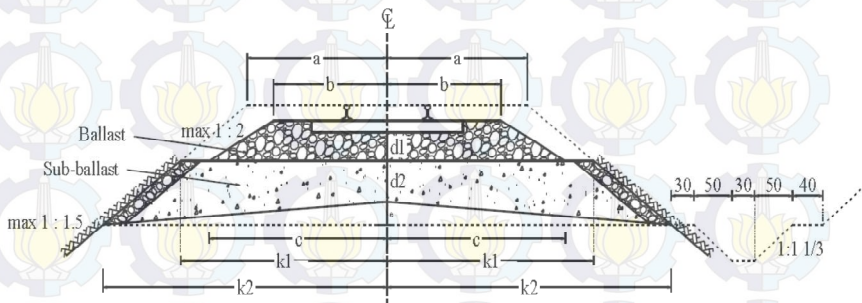
- Tinggi rata-rata = 200 mm

2. Mutu campuran beton harus mempunyai kuat tekan karakteristik tidak kurang dari 385 kg/cm², mutu

baja untuk tulang lentur tidak kurang dari U- 32 dan mutu baja untuk batangpenghubung, tidak kurang dari U-32.

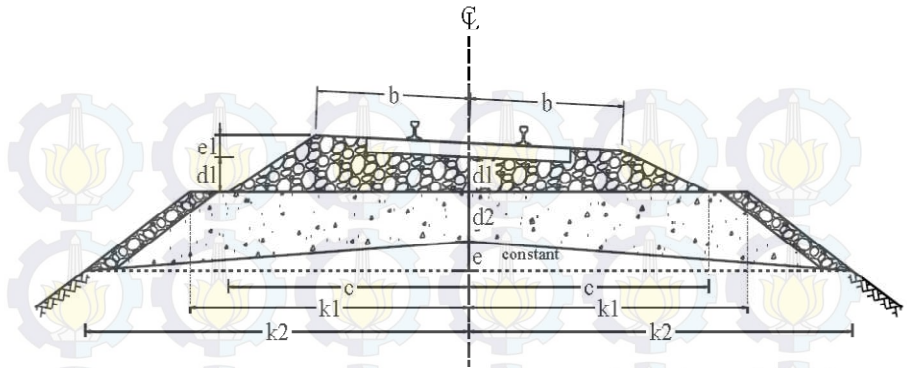
2.7. Balas

Lapisan balas pada dasarnya adalah terusan dari lapisan tanah dasar, dan terletak di daerah yang mengalami konsentrasi tegangan yang terbesar akibat lalu lintas kereta pada jalan rel, oleh karena itu material pembentukanya harus sangat terpilih.



Gambar 2.22. Potongan Melintang Jalan Rel Pada Bagian Lurus

Sumber : Peraturan Dinas 10 PJKA Tahun 1986



Gambar 2.23. Potongan Melintang Jalan Rel Pada Bagian Lengkung

Sumber : Peraturan Dinas 10 PJKA Tahun 1986

Fungsi Utama balas adalah untuk:

- 1) Meneruskan dan menyebarkan beban bantalan ke tanah dasar
- 2) Mengokohkan kedudukan bantalan
- 3) Meluruskan air sehingga tidak terjadi penggenangan air di sekitar bantalan rel.

Untuk menghemat biaya pembuatan jalan rel maka lapisan balas dibagi menjadi dua, yaitu lapisan balas atas dengan material pembentuk yang sangat baik dan lapisan alas bawah dengan material pembentuk yang tidak sebaik material pembentuk lapisan balas atas.

2.7.1. Lapisan balas atas

Lapisan balas atas terdiri dari batu pecah yang keras, dengan bersudut tajam ("angular") dengan salah satu ukurannya antara 2-6 cm serta memenuhi syarat-syarat lain yang tercantum dalam peraturan bahan Jalan Rel Indonesia (PBJRI). Lapisan ini harus dapat meneruskan air dengan baik.

2.7.2. Lapisan balas bawah

Lapisan balas bawah terdiri dari kerikil halus, kerikil sedang atau pasir kasar yang memenuhi syarat-syarat yang tercantum dalam Peraturan Bahan Jalan rel Indonesia (PBJRI) lapisan ini berfungsi sebagai lapisan penyaring (filter) antara tanah dasar dan lapisan balas atas dan harus dapat mengalirkan air dengan baik. Tebal minimum lapisan balas bawah adalah 15 cm.

2.8. Kontrol Stabilitas Tanah

Kestabilan tanah diperlukan supaya sepur yang berdiri diatasnya dapat terus berada di posisi yang direncanakan.

Kestabilan tanah akan dikontrol menggunakan program perangkat lunak Geoslope metode Fellenius

BAB III

METODOLOGI

3.1. Tahap Metode Pengumpulan Data

Untuk perencanaan jalur rel ganda bojonegoro – surabaya diperlukan data primer dan sekunder dengan tujuan agar dapat menarik kesimpulan dalam menentukan standar perencanaan yang tepat, oleh karena itu perlu dilakukan inventarisasi data melalui survei instansional, interview dengan pihak yang kebijakannya mempunyai pengaruh dan hubungan terhadap kesempurnaan perencanaan, serta pengamatan langsung lapangan terhadap kondisi jalan untuk menganalisa secara visual kondisi lingkungan rencana jalur.

Dibawah ini diuraikan kebutuhan data serta sumbernya.

1. Pengumpulan data sekunder

Data sekunder merupakan data dari instansi terkait. Data sekunder berguna untuk menentukan perencanaan jalur ganda, tata letak jalan rel, dan bangunan di stasiun.

Data sekunder didapat dari :

- a. Kantor PT KAI Daop VIII Surabaya, data sekunder tersebut adalah :
 - Data tanah hasil uji lab lokasi yang akan direncanakan
 - Peraturan Dinas No. 10 (Peraturan Perencanaan Konstruksi Jalan Rel)
 - Gambar situasi jalur kereta api yang sudah ada
- b. Kantor Dinas Perhubungan

- Keputusan Menteri No 52 Tahun 2000 tentang jalur kereta api
- Keputusan Menteri No 53 Tahun 2000 tentang perpotongan dan/atau persingungan antara jalur kereta api dengan bangunan lain.

2. Pengumpulan data primer

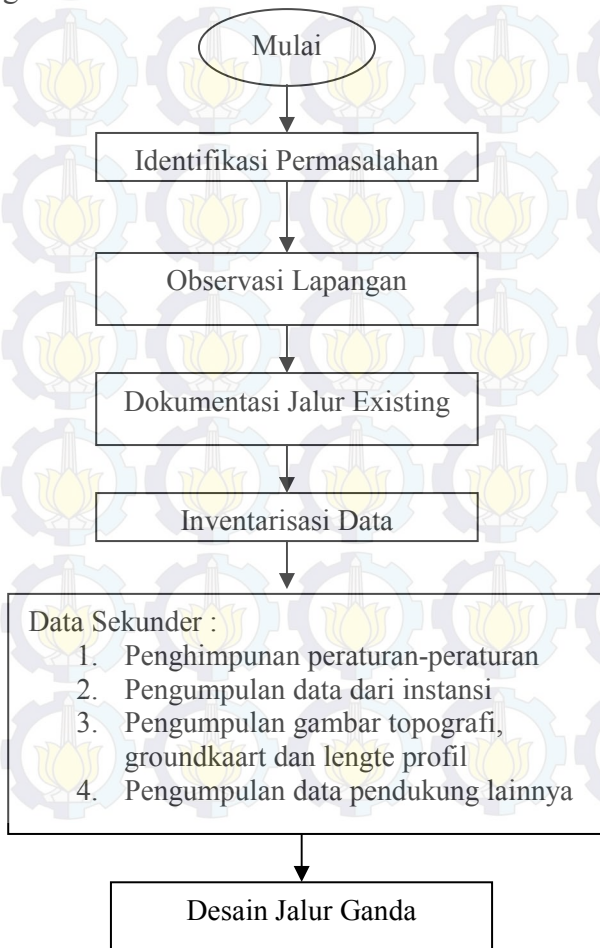
Data primer berguna untuk menentukan ketepatan perencanaan tata letak jalan rel serta peron dan bangunan di stasiun. Caranya dengan membandingkan hasil perencanaan menurut data sekunder terhadap kenyataan di lapangan.

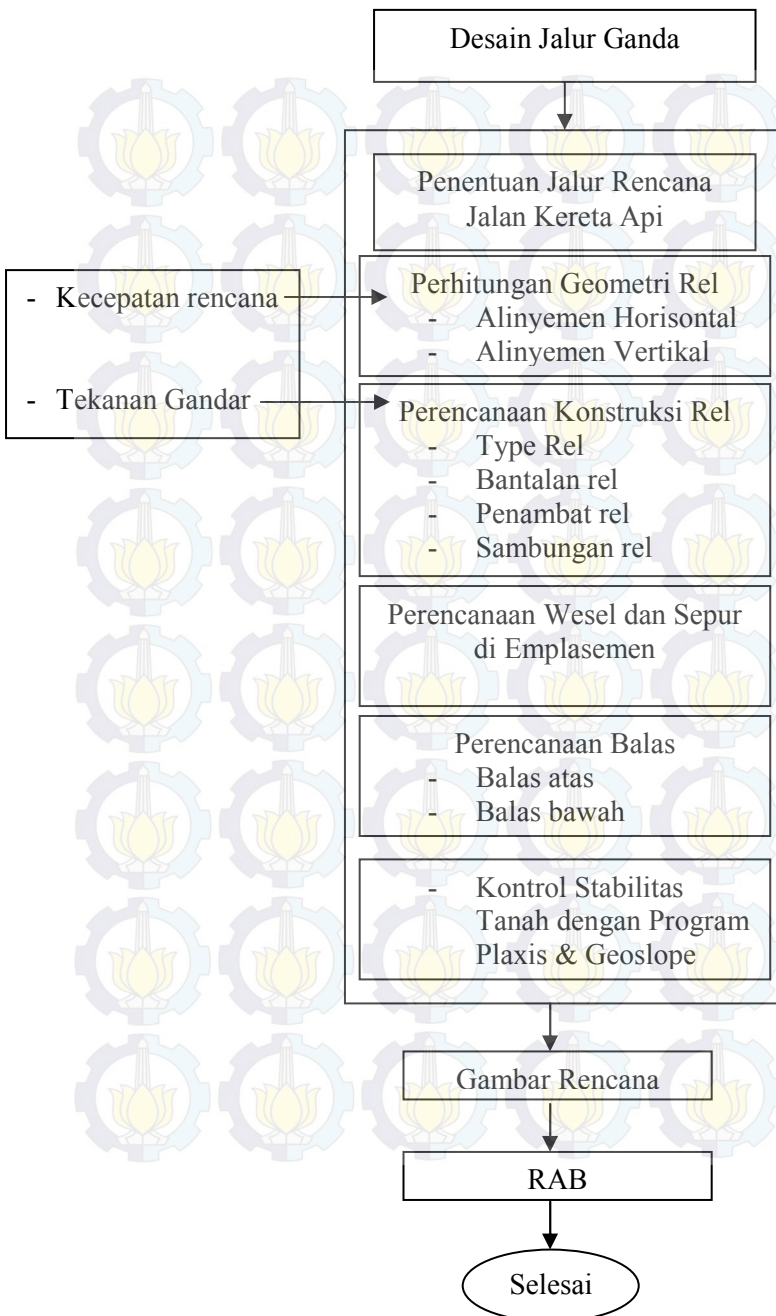
Cara pengumpulannya adalah:

- Meninjau situasi dan kondisi stasiun babat dimana ujung dari perencanaan ini yaitu km 161,0 berada di stasiun ini.
- Membuat foto existing jalur kereta api di km 159,6 m sampai dengan km 161,0 m.
- Mendapatkan informasi melalui wawancara dengan pihak terkait setempat.

3.2. Teknik Analisa Data

Pada tahap ini dilakukan proses desain dengan mempertimbangkan jalur tunggal yang sudah ada, sebisa mungkin jalur ganda tetap berdampingan. Namun jika dalam pertimbangan teknis maupun non teknis tidak memungkinkan maka jalur / track ini bisa berpisah pada ruas – ruas tertentu. Perencanaan ini mengacu pada Peraturan Dinas No 10 Tahun 1986 mengenai Perencanaan Konstruksi Jalan Rel.





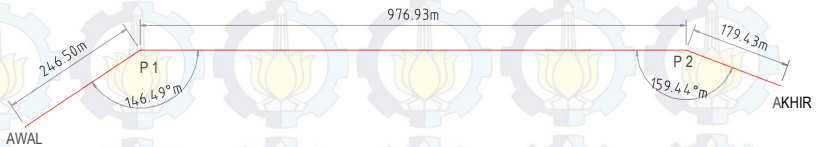
BAB IV

KONSTRUKSI JALAN KA

4.1. Perencanaan Geometrik Jalan KA

4.1.1. Perencanaan Lengkung Horisontal Trase Jalan KA PI-1

Dari data lapangan diketahui :



- Jarak titik awal ke PI-1 = 246,50 m
- Jarak titik PI1 ke PI-2 = 976,93 m
- Jarak titik PI2 ke akhir = 179,43 m

$$\Delta 1 = 33,51^\circ$$

$$\Delta 2 = 20,56^\circ$$

$$V \text{ rencana} = 100 \text{ km/jam}$$

$$R \text{ rencana} = 500 \text{ m (mengikuti trase existing)}$$

$$h = 5,95 \cdot \frac{v^2}{R} = 5,95 \cdot \frac{150^2}{500} = 119 < h_{\max} = 120 \text{ mm}$$

$$l = X_s = \frac{h \cdot V}{144} = \frac{119 \cdot 100}{144} = 82,64 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}
 L &= L_s = l + \frac{l}{10} \left(\frac{l}{2R} \right)^2 \\
 &= 82,64 + \frac{82,64}{10} \left(\frac{82,64}{2 \times 500} \right)^2 \\
 &= 82,69 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \bullet \quad \theta_s &= \frac{90 L_s}{\pi R} \\
 &= \frac{90 \times 82,69}{\pi \times 500} \\
 &= 4,74^\circ
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \bullet \quad L_c &= \frac{(\Delta - 2\theta_s) \pi R}{180} \\
 &= \frac{(33,51 - 2 \times 4,74) \pi \cdot 500}{180} \\
 &= 209,59 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \bullet \quad p &= \frac{L_s^2}{6R} - R (1 - \cos \theta_s) \\
 &= \frac{82,69^2}{6 \times 500} - 500 (1 - \cos 4,74) \\
 &= 0,57 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \bullet \quad k &= L_s - \frac{L_s^3}{40R^2} - R \times \sin \theta_s \\
 &= 82,69 - \frac{82,69^3}{40 \times 500^2} - 500 \times \sin 4,74 \\
 &= 41,32 \text{ m}
 \end{aligned}$$

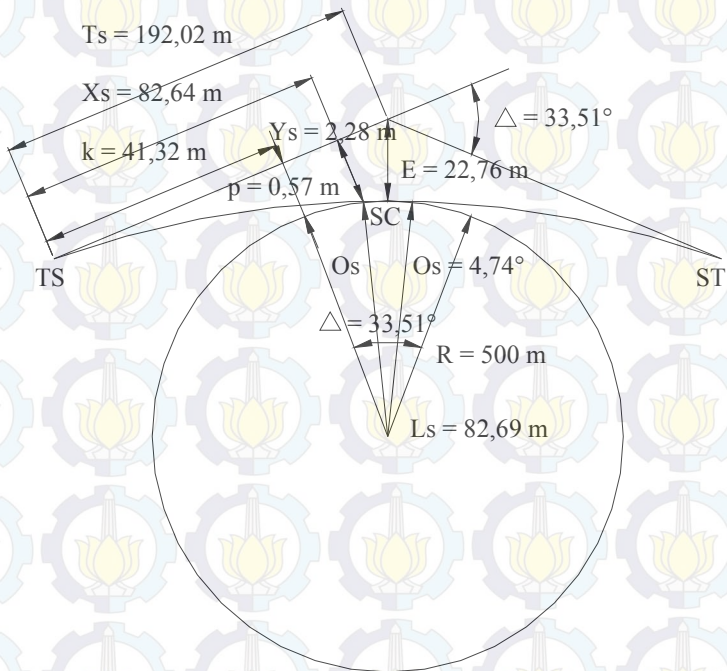
$$\begin{aligned}
 \bullet \quad T_s &= (R + p) \times \tan(1/2 \Delta) + k \\
 &= (500 + 0,57) \times \tan(1/2 \times 33,51) + 41,32 \\
 &= 192,02 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \bullet \quad E &= \frac{(R+p)}{\cos(\frac{1}{2}\Delta)} - R \\
 &= \frac{(500+0,57)}{\cos(\frac{1}{2} \times 33,51)} - 500 \\
 &= 22,76 \text{ m}
 \end{aligned}$$

- $$Y_s = \frac{L_s^2}{6 \times R}$$

$$= \frac{82,69^2}{6 \times 500}$$

$$= 2,28 \text{ m}$$



Gambar 4.1. Alinyemen Horisontal

Tabel 4.1. Perhitungan Lengkung Horisontal

	Δ	Rc (m)	h (mm)	Lc (m)	Ls (m)	Θ_s	Ls+Lc+Ls	Xs (m)	Ys (m)	k (m)	p (m)	Ts (m)	Es (m)
PI1	33,51	500	119	209,586	82,6953	4,7405	374,977	82,6389	2,27951	41,3173	0,56912	192,019	22,7624
PI2	20,56	500	119	96,6336	82,6953	4,7405	262,0242	82,6389	2,27951	41,3173	0,56912	132,106	8,73565

4.1.2. Pelebaran Sepur

Perlebaran sepur dilakukan agar roda kendaraan rel dapat melewati lengkung tanpa mengalami hambatan. Perlebaran sepur dicapai dengan menggeser rel dalam kearah dalam. Dalam perencanaan ini jari-jari tikungan lebih besar dari 600 m maka pelebaran sepurnya 0 mm atau tidak diperlukan pelebaran sepur.

4.1.3. Perencanaan Lengkung Vertikal Trase Jalan pada STA 159+600

Lengkung vertikal berupa busur lingkaran yang menghubungkan dua kelandaian lintas yang berbeda dan ditentukan berdasarkan beda elevasi ketinggian dan besarnya jari-jari lengkung vertikal.

Tabel 4.2. Perhitungan pada lengkung vertikal

No	STA	Kelandaian (e kiri)	Kelandaian (e kanan)	Selisih kelandaian	Kecepatan Rencana	Jari-jari Lengkung Vertikal	Panjang lengkung Peralihan (Xm)	Peninggian (Ym)
1	159+600	0,00215	-0,0042	-0,00635	100	20.000	64	0,40323
2	159+700	-0,0042	0,00095	0,00515	100	20.000	52	0,26523
3	159+800	0,00095	-0,0007	-0,00165	100	20.000	17	0,02723
4	159+900	-0,0007	-0,001	-0,0003	100	20.000	3	0,00090
5	160+000	-0,001	-0,0002	0,0008	100	20.000	8	0,00640
6	161+000	-0,0002	0	0,0002	100	20.000	2	0,00040

4.2. Penentuan Jenis Rel

Sesuai tabel 2.4 dapat ditentukan kelas jalan sesuai dengan kecepatan rencana sebesar 100 km/jam maka kelas jalan tersebut adalah Kelas III dan direncanakan menggunakan rel type R 54, dengan kecepatan 100 km/jam, Tekanan gandar 18 Ton. Kontrol tegangan yang terjadi pada komponen jalan rel dapat dihitung dengan menggunakan persamaan TALBOT.

$$\begin{aligned} P_s &= 0,5 \times 18 \text{ ton} \\ &= 9 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_p &= 1 + 0,01 \left(\frac{V}{1,609-5} \right) \\ &= 1 + 0,01 \left(\frac{100}{1,609-5} \right) \\ &= 1,57 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_d &= P_s \times I_p \\ &= 9 \times 1,57 \\ &= 14,14 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$\lambda = \sqrt[4]{\frac{k}{4 \cdot EI}}$$

dimana : k = modulus elastisitas jalan rel (180 kg/cm²)

E = modulus elastisitas rel (2,1x10⁶ kg/cm²)

I = momen inersia terhadap sumbu x

$$\begin{aligned} \lambda &= \sqrt[4]{\frac{180}{4 \times 2,1 \cdot 10^6 \times 2346}} \\ &= 0,00977 \text{ cm}^{-4} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_o &= \frac{Pd}{4\lambda} \\
 &= \frac{14,14}{4 \times 0,00977} \\
 &= 361,686 \text{ kgcm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \sigma &= \frac{M_1 y}{I_x} \\
 &= \frac{0,85 \times 361686 \times 7,620}{2346} \\
 &= 998,57 \text{ kg / cm}^2
 \end{aligned}$$

Tegangan ijin kelas jalan III menurut Standat Jalan Rel Indonesia
 $= 1097 \text{ kg / cm}^2$

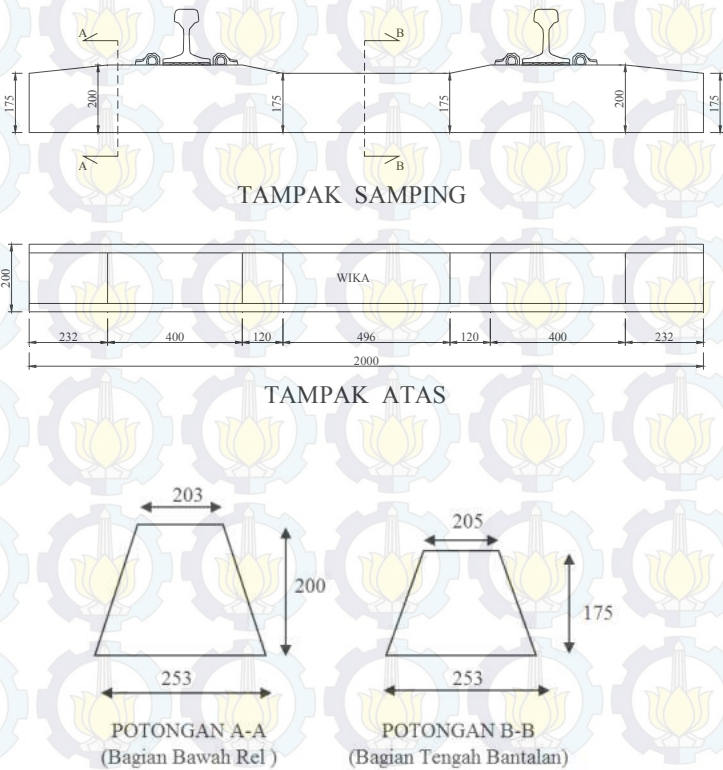
$$998,57 \text{ kg / cm}^2 < 1097 \text{ kg / cm}^2 \dots\dots\dots \text{OK}$$

4.3. Perencanaan Bantalan

4.3.1. Data Bantalan

Diambil dari data - data bantalan beton prategang WIKA

Dimensi :



Gambar 4.2. Penampang Bantalan Beton

Data bantalan :

$$A1 = 456 \text{ cm}^2$$

$$I_{x-1} = 16866,7 \text{ cm}^4$$

$$Y1(a) = 10368 \text{ cm}$$

$$Y1(b) = 9,64 \text{ cm}$$

$$W1(a) = 1460,46 \text{ cm}^3$$

$$W1(b) = 1571,26 \text{ cm}^3$$

$$\text{Panjang bantalan (L)}$$

$$\text{Mutu beton}$$

$$\text{Jumlah baja prategang}$$

$$\text{Diameter baja prategang}$$

$$\text{Tegangan putus } \sigma$$

$$P_{\text{initial}} \text{ kondisi transfer 70\%}$$

$$P_{\text{initial}} \text{ kondisi transfer 55\%}$$

$$A2 = 400,75 \text{ cm}^2$$

$$I_{x-2} = 11299,3 \text{ cm}^4$$

$$Y2(a) = 9,055 \text{ cm}$$

$$Y2(b) = 8,445 \text{ cm}$$

$$W2(a) = 1125,35 \text{ cm}^3$$

$$W2(b) = 1206,63 \text{ cm}^3$$

$$= 200 \text{ cm}$$

$$= K 500$$

$$= 18 \text{ bh}$$

$$= 5,08 \text{ mm}$$

$$= 16000 \text{ kg/cm}^2$$

$$= 18 \times 2270,24 \text{ kg}$$

$$= 18 \times 1783,76 \text{ kg}$$

4.3.2. Perhitungan Bantalan

Perumusan diambil dari Penjelasan Peraturan Dinas No. 10

Luas :

$$A_1 = 2 (0,5 \times 25 \times 200) + (200 \times 203)$$

$$= 45600 \text{ mm}^2 = 456,00 \text{ cm}^2$$

$$A_2 = 2 (0,5 \times 24 \times 175) + (175 \times 205)$$

$$= 40075 \text{ mm}^2 = 400,75 \text{ cm}^2$$

Inersia :

$$I_1 = 2 (1/12 \times 2,5 \times 20^3) + (1/12 \times 20 \times 20^3)$$

$$= 16866,67 \text{ cm}^4$$

$$I_2 = 2 (1/12 \times 2,4 \times 17,5^3) + (1/12 \times 21 \times 17,5^3)$$

$$= 11299,35 \text{ cm}^4$$

$$E = 6400 \sqrt{f'c'}$$

$$= 6400 \sqrt{500}$$

$$\lambda = \sqrt[4]{\frac{k}{4 \cdot EI}}$$

λ untuk daerah bawah rel

$$= \sqrt[4]{\frac{180}{4 \times 143108,351 \times 16866,67}}$$

$$= 0,012 \text{ cm}^{-1}$$

λ untuk daerah tengah bantalan

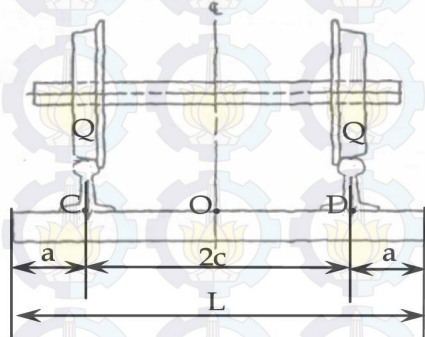
$$= \sqrt[4]{\frac{180}{4 \times 143108,351 \times 11299,35}}$$

$$= 0,013 \text{ cm}^{-1}$$

$$L = 200 \text{ cm}$$

$$a = 45 \text{ cm}$$

$$c = 55 \text{ cm}$$



Gambar 4.3 Lebar Sepur

Momen pada daerah di bawah rel :

$$M = \frac{Pd \cdot 60\%}{4 \cdot \lambda} \frac{1}{\sin \lambda L + \sinh \lambda L} (2 \cosh^2 \lambda a (\cos 2\lambda c + \cosh \lambda L) - 2 \cos^2 \lambda a (\cosh 2\lambda c + \cos \lambda L) - \sinh 2\lambda a (\sin 2\lambda c + \sinh \lambda L) - \sin 2\lambda a (\sinh 2\lambda c + \sinh \lambda L))$$

$$M = \frac{16940,3 \times 60\%}{4 \times 0,012} \frac{1}{\sin \lambda L + \sinh \lambda L} (2 \cosh^2 \lambda a (\cos 2\lambda c + \cosh \lambda L) - 2 \cos^2 \lambda a (\cosh 2\lambda c + \cos \lambda L) - \sinh 2\lambda a (\sin 2\lambda c + \sinh \lambda L) - \sin 2\lambda a (\sinh 2\lambda c + \sinh \lambda L))$$

$$= 102123,20 \text{ kg cm} < \text{momen ijin (150000 kg cm)} \dots\dots \text{OK}$$

Momen pada daerah di tengah bantalan :

$$M = \frac{Pd \cdot 60\%}{4 \cdot \lambda} \frac{1}{\sin \lambda L + \sinh \lambda L} [\sinh \lambda c (\sinh \lambda c + \sin \lambda(L-c)) + \sin \lambda c (\sinh \lambda c + \sinh \lambda(L-c)) + \cosh \lambda c \cos \lambda(L-c) - \cos \lambda c \cosh \lambda(L-c)]$$

$$M = - \frac{16940,3 \times 60\%}{4 \times 0,013} \frac{1}{\sin \lambda L + \sinh \lambda L} [\sinh \lambda c (\sinh \lambda c + \sin \lambda(L-c)) + \sin \lambda c (\sinh \lambda c + \sinh \lambda(L-c)) + \cosh \lambda c \cos \lambda(L-c) - \cos \lambda c \cosh \lambda(L-c)]$$

$$= - 50572,43 \text{ kg cm} < \text{momen ijin (66000 kg cm)} \dots\dots \text{OK}$$

Analisis Tegangan Tahap Pratekan Awal

1. Daerah bantalan bawah rel

Sisi bagian atas :

$$\begin{aligned}\sigma &= \frac{P_{\text{initial}}}{A} - \frac{P_{\text{initial}} \cdot e}{W} \\ &= \frac{18 \times 2270,24}{456} - \frac{18 \times 2270,24 \times 0,135}{1460,46}\end{aligned}$$

$$= 85,8374 \text{ kg / cm}^2 < 200 \text{ kg / cm}^2 \text{ untuk K 500.....OK}$$

Sisi bagian bawah :

$$\begin{aligned}\sigma &= \frac{P_{\text{initial}}}{A} + \frac{P_{\text{initial}} \cdot e}{W} \\ &= \frac{18 \times 2270,24}{456} + \frac{18 \times 2270,24 \times 0,135}{1571,26}\end{aligned}$$

$$= 93,1257 \text{ kg / cm}^2 < 200 \text{ kg / cm}^2 \text{ untuk K 500.....OK}$$

2. Daerah tengah bantalan

Sisi bagian atas :

$$\begin{aligned}\sigma &= \frac{P_{\text{initial}}}{A} + \frac{P_{\text{initial}} \cdot e}{W} \\ &= \frac{18 \times 2270,24}{400,75} + \frac{18 \times 2270,24 \times 1,055}{1125,35}\end{aligned}$$

$$= 140,279 \text{ kg / cm}^2 < 200 \text{ kg / cm}^2 \text{ untuk K 500.....OK}$$

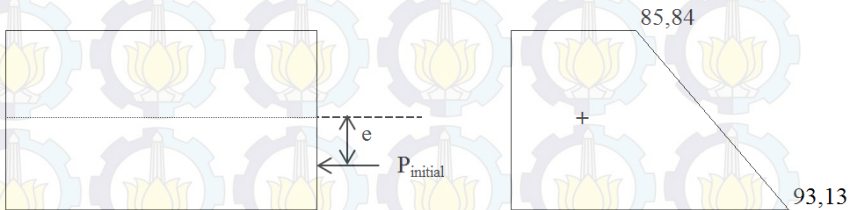
Sisi bagian bawah :

$$\sigma = \frac{P_{\text{initial}}}{A} - \frac{P_{\text{initial}} \cdot e}{W}$$

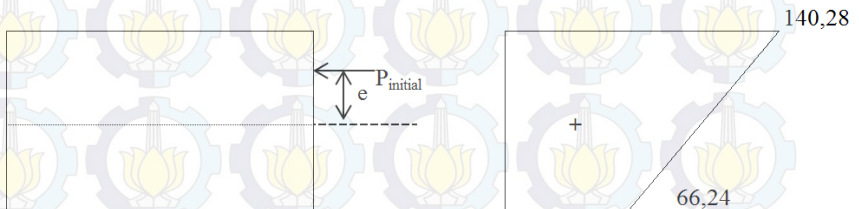
$$= \frac{18 \times 2270,24}{400,75} - \frac{18 \times 2270,24 \times 1,055}{1206,63}$$

$$= 66,2405 \text{ kg / cm}^2 < 200 \text{ kg / cm}^2 \text{ untuk K 500.....OK}$$

Kondisi Tegangan Tahap Pratekan Awal untuk Bagian Bawah Rel



Kondisi Tegangan Tahap Pratekan Awal untuk Bagian Tengah Bantalan Rel



Gambar 4.4 Kondisi Tegangan Tahap Pratekan Awal

Analisis Tegangan Tahap Pratekan Efektif

1. Daerah bantalan bawah rel

Sisi bagian atas :

$$\begin{aligned}\sigma &= \frac{P_{\text{efektif}}}{A} - \frac{P_{\text{efektif}} \cdot e}{W} + \frac{M}{W} \\ &= \frac{18 \times 1783,76}{456} - \frac{18 \times 1783,76 \times 0,135}{1460,46} + \frac{102123,20}{1460,46} \\ &= 137,369 \text{ kg / cm}^2 < 200 \text{ kg / cm}^2 \text{ untuk K 500.....OK}\end{aligned}$$

Sisi bagian bawah :

$$\begin{aligned}\sigma &= \frac{P_{\text{initial}}}{A} + \frac{P_{\text{initial}} \cdot e}{W} - \frac{M}{W} \\ &= \frac{18 \times 1783,76}{456} + \frac{18 \times 1783,76 \times 0,135}{1571,26} - \frac{102123,20}{1571,26} \\ &= 8,17575 \text{ kg / cm}^2 < 200 \text{ kg / cm}^2 \text{ untuk K 500.....OK}\end{aligned}$$

2. Daerah tengah bantalan

Sisi bagian atas :

$$\begin{aligned}\sigma &= \frac{P_{\text{initial}}}{A} + \frac{P_{\text{initial}} \cdot e}{W} - \frac{M}{W} \\ &= \frac{18 \times 1783,76}{400,75} + \frac{18 \times 1783,76 \times 1,055}{1125,35} - \frac{50572,43}{1125,35} \\ &= 65,2802 \text{ kg / cm}^2 < 200 \text{ kg / cm}^2 \text{ untuk K 500.....OK}\end{aligned}$$

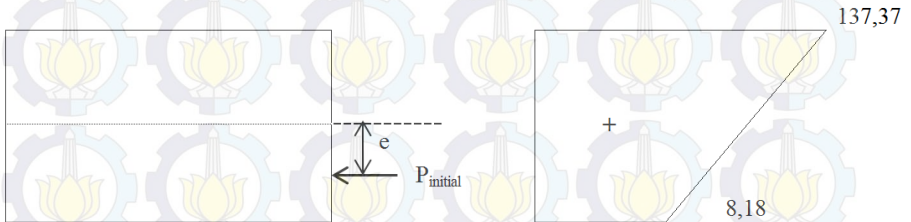
Sisi bagian bawah :

$$\sigma = \frac{P_{\text{initial}}}{A} - \frac{P_{\text{initial}} \cdot e}{W} + \frac{M}{W}$$

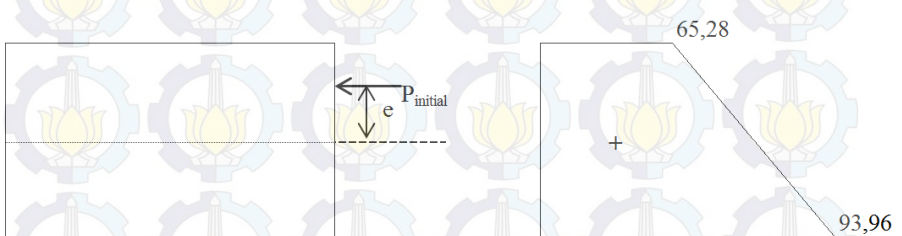
$$= \frac{18 \times 1783,76}{400,75} - \frac{18 \times 1783,76 \times 1,055}{1206,63} + \frac{50572,43}{1206,63}$$

$$= 93,9582 \text{ kg / cm}^2 < 200 \text{ kg / cm}^2 \text{ untuk K 500.....OK}$$

Kondisi Tegangan Tahap Pratekan Efektif untuk Bagian Bawah Rel



Kondisi Tegangan Tahap Pratekan Efektif untuk Bagian Tengah Bantalan Rel



Gambar 4.5 Kondisi Tegangan Tahap Pratekan Efektif

4.3.3. Jarak Bantalan

Sesuai dengan Peraturan Dinas No. 10 Tahun bahwa jarak bantalan beton, baja maupun kayu pada jalan lurus jumlah bantalan yang digunakan sebesar 1667 bh / 1 km.

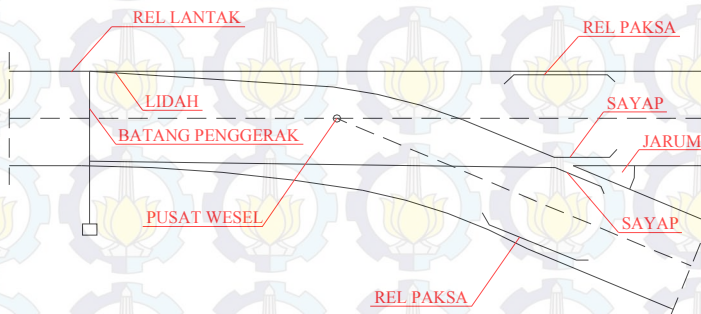
Jadi jarak bantalan yang dipakai sebesar 60 cm, pada lengkungan jarak bantalan 60 cm diukur

4.4. Penentuan Jenis Penambat

Sesuai dengan ketentuan untuk bantalan beton yang dicetak oleh WIKA adalah menggunakan penambat DE (Double Elastic) clips.

4.5. Penentuan Jenis Wesel

Wesel adalah penghubung antara dua jalur rel yang berfungsi mengalihkan atau mengantar kereta api dari jalur yang satu ke jalur lainnya.



Gambar 4.6. Bagian – bagian Wesel

Pada ruas jalan Bojonegoro – Surabaya km 159,6 m sampai dengan km 161,0 m terdapat beberapa type wesel karena terdapat 6 jalur pada emplasemen.



Gambar 4.7 Wesel di Emplasemen

4.6. Perencanaan Balas

Balas merupakan terusan dari lapisan tanah dasar dan terletak di daerah yang mengalami konsentrasi tegangan terbesar akibat lalu lintas kereta pada jalan rel, maka material pembentuknya harus material terpilih.

4.6.1. Lapisan Balas Atas

Tebal balas atas terdiri dari batu pecah yang keras dengan bersudut tajam. Lapisan ini juga harus dapat meneruskan air dengan baik.

Tebal balas dirumuskan sebagai berikut :

Tabel 4.3. Tabel tebal lapisan balas Menurut British regulation

Line speed (km/h)	Yearly line tonnage (million tons)	Ballast thickness (m)
160 - 200	all	0,38
120 - 160	> 12 million	0,38
120 - 160	2 - 12 million	0,3
120 - 160	< 2 million	0,23
80 - 120	> 12 million	0,3
80 - 120	< 12 million	0,23
< 80	> 2 million	0,23
< 80	< 2 million (concrete sleeper)	0,2
< 80	< 2 million (timber sleeper)	0,15

Sumber : Railway management and engineering

Maka dengan kecepatan rencana 100 km/jam diperoleh tebal minimum balas = 0,3 m = 30 cm

Menurut French specification tebal balas dipengaruhi oleh beberapa faktor sebagai berikut :

1. Kualitas tanah dan bearing capacity
2. Jenis bantalan
3. Karakteristik track (traffic load dan axle load)
4. Volume pemeliharaan track
5. Kecepatan kereta
6. Menggunakan atau tidak geotextile

Biasanya dirumuskan bahwa $e = \text{ballas} + \text{subballas}$, dimana tebal sub balas ditetapkan 0,15 m. Sehingga diperoleh rumus untuk tebal ballas :

$$e(m) = N(m) + a(m) + b(m) + c(m) + d(m) + f(m) + g(m)$$

dimana :

e = tebal balas

N = parameter kualitas subgrade

- 0,70 untuk bad subgrade (S1)
- 0,55 untuk bad subgrade (S2)
- 0,45 untuk bad subgrade (S3)

a = parameter traffic load

- 0 untuk kelas I dan II dengan $V > 160$ km/jam
- -0,05 untuk kelas III dan IV
- 0,45 untuk bad subgrade (S3)
- -0,10 untuk kelas V

b = parameter jenis bantalan

- 0 untuk bantalan kayu dengan panjang $L=2,60$ m
- $(2,50-L)/2$ untuk bantalan beton

c = volume maintenance work

- 0 untuk medium volume maintenance
- -0,10 untuk high volume maintenance kelas I – V
- -0,05 untuk high volume maintenance kelas VI

d = nilai axle load

- 0 untuk $Q = 17,5-20$ ton
- 0,05 untuk $Q = 22,5$ ton
- 0,12 untuk $Q = 25$ ton
- 0,25 untuk $Q = 30$ ton

f = kecepatan kereta

- 0 untuk $V < 160 \text{ km/jam}$ dan subgrade S1 dan S2
- 0 untuk high speed dan subgrade S3
- 0,05 untuk high speed dan subgrade S2
- 0,10 untuk high speed dan subgrade S1

g = penggunaan geotextile

- 0 untuk tidak menggunakan geotextile

Dari data perhitungan sebelumnya direncanakan menggunakan V rencana 100 km/jam, medium subgrade, bantalan beton dengan panjang 2,00m, axle load 18 ton dan tidak menggunakan geotextile sehingga diperoleh e adalah :

$$\begin{aligned} e(m) &= N(m) + a(m) + b(m) + c(m) + d(m) + f(m) + g(m) \\ &= 0,55 + 0 + (2,5-2)/2 + (-0,1) + 0 + 0 \\ &= 0,70 \text{ m} \end{aligned}$$

Dari dua metode diatas maka diambil tebal ballas yang paling maksimum sehingga didapat tebal ballas adalah 0,70 m atau 70 cm.

4.5.2. Lapisan Balas Bawah

Akibat penyebaran tekanan, maka lapisan balas bawah menerima tekanan yang lebih kecil daripada yang dipikul oleh lapisan balas atas. Lapisan balas bawah terdiri dari pasir kasar.

Tebal lapisan balas bawah dihitung dengan persamaan dari Peraturan Dinas no.10 yaitu :

1. Ukuran terkecil dari tebal lapisan balas bawah (d_2) dihitung dengan persamaan

$$d_2 = d - d_1 > 15 \text{ (cm)}$$

di mana d dihitung dengan persamaan :

$$d = {}^{1,35}\sqrt{\frac{58 \cdot \sigma_1}{\sigma_t}} - 10$$

σ_1 dihitung dengan menggunakan rumus " Beam on elastic fondation" yaitu :

$$\sigma_1 = \frac{Pd \cdot \lambda}{2 \cdot b} \frac{1}{(\sin \lambda L + \sinh \lambda L)} [(2 \cosh^2 \lambda a) (\cos 2 \lambda c + \cosh \lambda 1) + 2 \cos 2 \lambda a (\cosh 2 \lambda c + \cos \lambda 1) + \sinh 2 \lambda a (\sin 2 \lambda c - \sinh \lambda 1) - \sin 2 \lambda a (\sinh 2 \lambda c - \sin \lambda 1)]$$

$$Pd = [P + 0,01 P \left(\frac{V}{1,6} \right) - 5]$$

Dimana :

Pd = Beban roda akibat beban dinamis

P = Beban roda akibat beban statis

V = Kecepatan kereta api (km/jam)

% Beban = Prosentase beban yang masuk ke dalam bantalan

$$\lambda = \sqrt[4]{\frac{k}{4 \cdot EI}}$$

k = $b \times k_e$

dimana :

b = lebar bawah bantalan (cm)

k_e = modulus reaksi balas (kg/cm³)

EI = kekakuan lentur bantalan (kg/cm²)

l = panjang bantalan (cm)

a = jarak dari sumbu vertikal rel ke ujung bantalan (cm)

c = setengah jarak antara sumbu vertikal rel (cm)

2. Jarak dari sumbu jalan rel ke tepi atas lapisan balas bawah dihitung dengan persamaan

a) Pada sepur lurus : (lihat gambar 2.17)

$$k_1 > b + 2d + l + m$$

b) Pada tikungan : (lihat gambar 2.18)

$$k_1 d = k_1$$

$$k_1 l = b + 2d + l + m + 2e$$

$$E = (b + l/2) \times h/1 + t$$

Dimana :

l = jarak antara kedua sumbu vertikal rel (cm)

t = tebal bantalan (cm)

h = peninggian rel (cm)

harga m berkisar antara 40 cm sampai 90 cm

4.5.3. Tegangan yang terjadi pada tanah dasar

Menurut Wahyudi (1993) dalam Jalan Kereta Api (Struktur dan Geometrik Jalan rel) disebutkan bahwa tegangan ijin maksimal yang terjadi pada tanah dasar adalah 1,4 kg/cm². Untuk menghitung tegangan yang terjadi pada tanah dasar dipakai persamaan dari Japan Nasional railway (JNR) sebagai berikut:

$$\sigma_2 = \frac{58 \cdot \sigma_1}{10 + d^{1,35}}$$

dimana :

d = tebal balas total (cm)

σ_1 = tegangan yang diturunkan dari persamaan balok diatas bidang elastis

σ_2 = tegangan yang terjadi pada tanah dasar

Dari perhitungan tebal lapisan balas bawah didapat nilai σ_1 sebesar = 14,451 kg / cm²

Sehingga :

$$\begin{aligned}\sigma_2 &= \frac{58 \cdot 14,451 \text{ kg/cm}^2}{10 + 120^{1,35}} \\ &= 1,29 \text{ kg/cm}^2 < 1,4 \text{ kg/cm}^2\end{aligned}$$

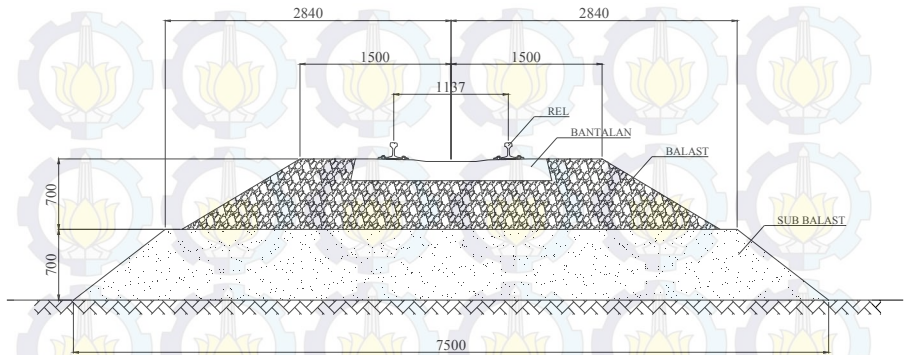
4.6. Stabilitas Longsor

Dalam ruas jalan kereta api rel ganda Bojonegoro – Surabaya km 159,6 m sampai dengan km 161,0 m ini, terdapat jalan baru sehingga perlu adanya kontrol untuk stabilitas badan jalan kereta api. Kontrol stabilitas tanah dalam perencanaan ini dilakukan di km 160+950, alasan mengapa diambil lokasi ini karena :

- di lokasi ini merupakan tanah asli yang belum mengalami perbaikan tanah
- di lokasi ini merupakan tikungan sehingga perlu adanya faktor keamanan untuk mencegah anjloknya kereta api.

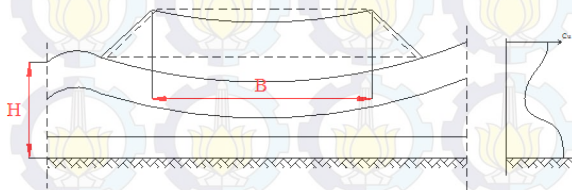


Gambar 4.8. Ruas Jalan bojonegoro – surabaya
km 160+950



Gambar 4.9. Sketsa Penampang Melintang

Analisa Stabilitas Lereng



Nc (Mandel & Salencon, 1969)







B/H	Nc
0-1,49	5,14
2	5,30
3	5,80
4	6,30
5	6,80
6	7,30
7	7,80
8	8,20
9	8,70
10	9,15

Bila lebar timbunan (B) jauh lebih besar daripada tinggi lapisan tanah lunak (H) maka faktor keamanan (SF) adalah :

$$SF = \frac{q_{\max}}{q} = \frac{C_u \times N_c}{\gamma \times h}$$

Gambar 4.10. Lapisan Tanah Dasar

Tabel 4.4. Data Tanah Lapangan

SOIL DESCRIPTION																
Proyek : Pembangunan jalur ganda K.A.I			BH : 1													
Lokasi : KM 150+950			Tgl : 13 Agustus 2012													
MAT : + 0.00 cm (Tidak Terdeteksi)																
DEPTH (m)	SAMPLE GWT (m)	BOR LOG	DESKRIPSI TANAH/BATUAN	Physical Properties					Atterberg Limit			Oedometer Test		Strength Test		
				γ_t Ton/m ³	W_c %	S_r %	e	G_s	LL %	PL %	IP %	C_c	Swell Test SP SwP	Testing Type	C kg/cm ²	ϕ °
0			Lempung berlanau Abu-abu kecedatan	1.688	42.46	92.35	1.197	2.603	*	*	*	*	*	UU	0.191	2.00
10			Lempung berlanau Abu-abu	1.631	41.58	84.88	1.295	2.644	*	*	*	*	*	UU	0.245	2.00
20			Lempung berlanau Abu-abu	1.731	40.63	94.49	1.124	2.615	*	*	*	*	*	UU	0.216	3.20
30																
40																
50																
LEGENDA :				REMARKS :												
	Lempung		Pasir		Batuan											
	Lanau		Kerikil		MAT											
				* = Not Teste				γ_t = Unit weight	e = Void Ratio			LL = Liquid limit				
				NP = Non Plastics				W_c = Water content	G_s = Specific Gravity			PL = Plastic limit				
				NS = Not Sample				S_r = Degree of Saturation	Sp = Swell Potential			IP = Plasticity Index				
				VSh = Vane Shear				C_c = Coefisien Compression	SwP = Swell Pressure							

Dari data tanah diatas diketahui :

$$\text{Safety Faktor} = 3$$

$$\text{Ketebalan tanah dasar} = 1 \text{ m s/d } 5 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Kohesi tanah C} &= 0,216 \text{ kg/cm}^2 \\ &= 2,16 \text{ t/m}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Sudut geser dalam tanah } \phi = 3,2^\circ$$

$$\text{Berat volume tanah } \gamma = 1,73 \text{ t/m}^3$$

$$B/H = 7,5/5$$

$$= 1,5$$

Dari Tabel Nilai N_c (Mandel & Salencon, 1969) didapat nilai :

$$N_c = 5,14$$

$$q_{ult} = C_u \times N_c$$

$$= 2,16 \times 5,14$$

$$= 11,1 \text{ t/m}^2$$

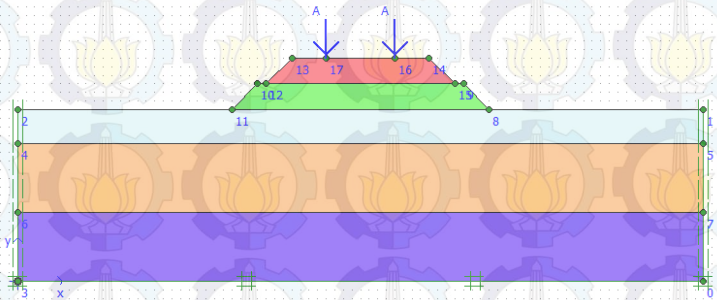
Didapatkan daya dukung ijin tanah $11,1 \text{ t/m}^2$, sehingga :

$$q = \frac{q_{ult}}{SF}$$

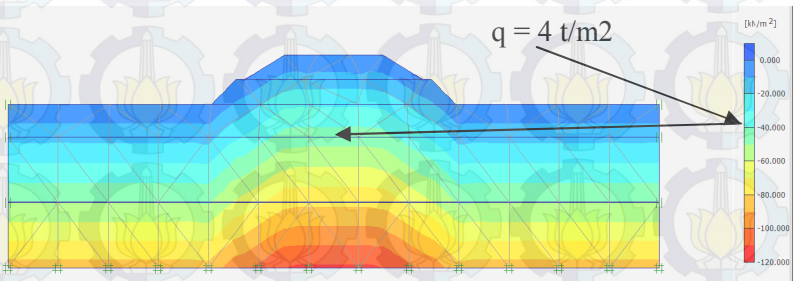
$$= \frac{11,1}{3}$$

$$= 3,7 \text{ t/m}^2$$

Kontrol analisa tegangan tanah menggunakan program plaxis



Gambar 4.11. Beban Tegangan Tanah



Gambar 4.12. Tegangan Tanah

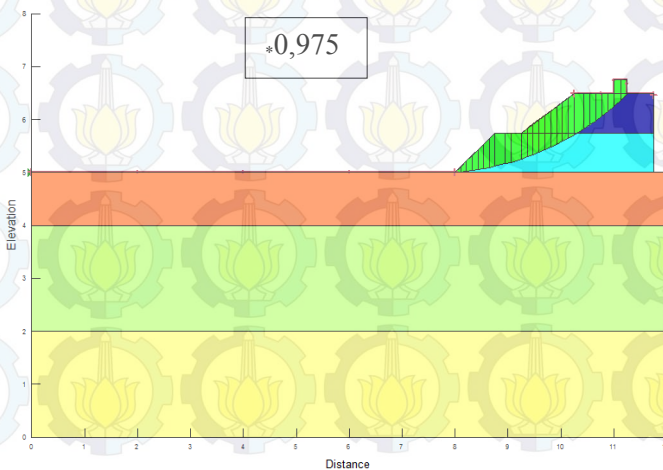
Dari Analisa Tegangan tanah menggunakan Plaxis didapat nilai tegangan tanah sebesar $4 \text{ t/m}^2 > 3,7 \text{ t/m}^2$ dari tegangan yang terjadi di lapangan.

Tabel 4.5. Jenis Lapisan Badan Jalan Rel

Jenis Tanah	γ_t (kN/m ³)	γ_{dry} (kN/m ³)	Cohesion (kN/m ³)	Sudut Geser
Lempung berlanau abu-abu	16,31	16,31	24,5	2
Pasir Berbatu / Sirtu	22,11	20,02	20	30
Kerikil / Batu Pecah	19,3	19,5	10	35

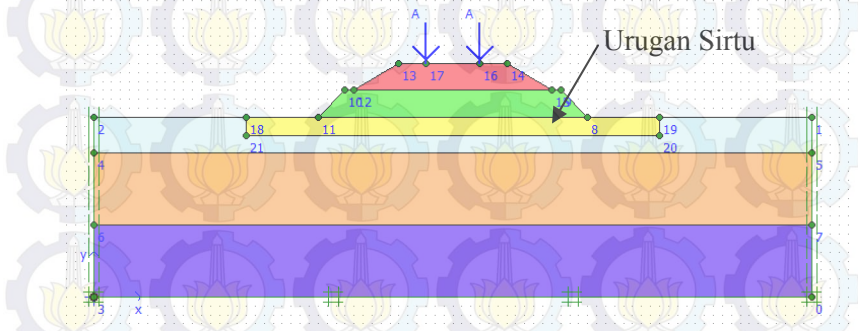
Kemudian dikontrol dengan menggunakan program geoslope didapat angka $SF = 0,975 < 3$ (Safety Faktor ijin)

Dari hasil analisa tersebut dapat disimpulkan akan terjadi penurunan terhadap tanah dasar, sehingga perlu adanya perbaikan kondisi tanah.

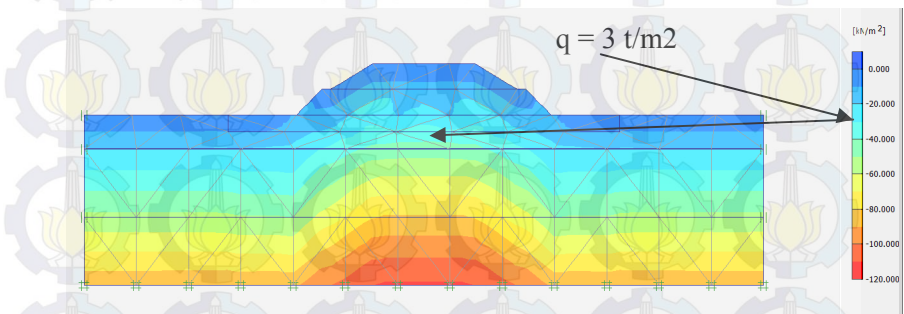


Gambar 4.13. Faktor Keamanan

Perbaikan tanah yang dilakukan adalah dengan mengupas tanah asli sedalam 60 cm dan diganti dengan sirtu yang dipadatkan per 20 cm.



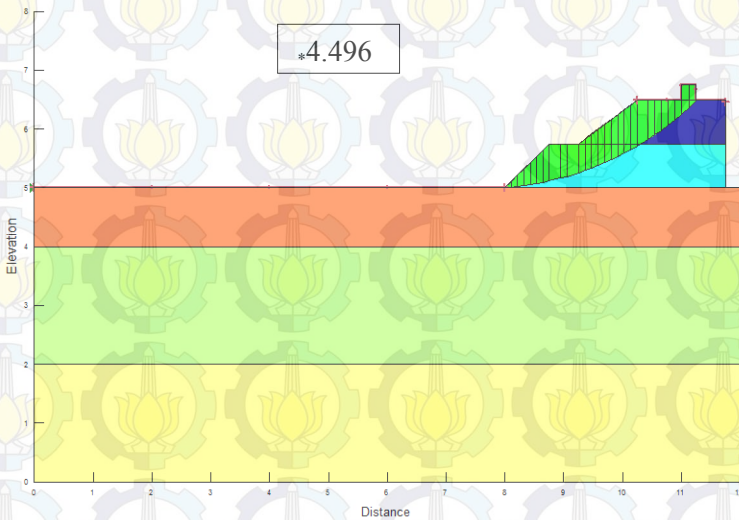
Gambar 4.14. Beban Tegangan Tanah Perbaikan



Gambar 4.15. Tegangan Tanah Setelah Perbaikan

Dari Analisa Tegangan tanah menggunakan Plaxis setelah dilakukan perbaikan tanah dasar didapat nilai tegangan tanah sebesar $3 \text{ t/m}^2 < 3,7 \text{ t/m}^2$ dari tegangan yang terjadi di lapangan.

Kontrol faktor keamanan (SF) pada konstruksi jalan rel di Jalur Bojonegoro – Surabaya KM 160+950 dengan menggunakan Program Geoslope didapat :



Gambar 4.16. Faktor Keamanan

Berdasarkan perhitungan stabilitas kelongsoran dengan menggunakan Program Geoslope, didapat faktor keamanan 4,496 > 3,000 dari faktor keamanan yang diijinkan maka badan jalan tersebut aman untuk jalan kereta api.



REKAPITULASI ANGGARAN BIAYA

NAMA PEKERJAAN : PEMBANGUNAN JALAN KERETA API UNTUK JALUR GANDA

LOKASI PEKERJAAN : KM 159+600 S.D KM 161+000 SEPANJANG 1,400 KM'SP

LINTAS BOJONEGORO - SURABAYA PASARTURI

NO.	URAIAN PEKERJAAN	JUMLAH
I.	PEKERJAAN PERSIAPAN	119.166.500,00
II.	PENGADAAN BAHAN	1.811.393.750,00
III.	PEKERJAAN JALAN REL	2.467.740.302,00
	JUMLAH	4.398.300.552,00
	PPn 10 %	439.830.055,20
	TOTAL	4.838.130.607,20
	DIBULATKAN	4.838.130.000,00
Terbilang : # Empat Milyar Delapan Ratus Tiga Puluh Delapan Juta Seratus Tiga Puluh Ribu Rupiah #		

RENCANA ANGGARAN BIAYA

NAMA PEKERJAAN : PEMBANGUNAN JALAN KERETA API UNTUK JALUR GANDA

LOKASI PEKERJAAN : KM 159+600 S.D KM 161+000 SEPANJANG 1,400 KM'SP

LINTAS BOJONEGORO - SURABAYA PASARTURI

NO.	URAIAN PEKERJAAN	SATUAN	VOLUME	HARGA (RUPIAH)	
				SATUAN	JUMLAH
	I. PEKERJAAN PERSIAPAN				
1	Membuat Direksi keet	unit	24	453.900,00	10.893.600,00
2	Membuat papan nama proyek	unit	1	363.900,00	363.900,00
3	Mobilisasi dan demobilisasi alat kerja dan bahan	ton	20	360.250,00	7.205.000,00
4	Pengukuran dan Pasang Patok untuk memanjang dan melintang	m'sp	1.400	5.460,00	7.644.000,00
5	Penjagaan Semboyan dan alat - alat kerja	oh	1.980	47.000,00	93.060.000,00
	JUMLAH : I.				119.166.500,00
	II. PENGADAAN BAHAN				
1	Balas kricak uk. 2-6 cm	m ³	5.750	244.900,00	1.408.175.000,00
2	Biaya angkutan balas dengan KA sampai kelokasi pekerjaan	m ²	5.750	70.125,00	403.218.750,00
	JUMLAH : II.				1.811.393.750,00

NO.	URAIAN PEKERJAAN	SATUAN	VOLUME	HARGA (RUPIAH)	
				SATUAN	JUMLAH
	III. PEKERJAAN JALAN REL				
1	Mengerjakan balas batu kricak baru	m³	5.750	40.900,00	235.175.000,00
2	Mengecer bantalan beton diatas hamparan balas kricak	btg	3.833	28.200,00	108.090.600,00
3	Mengangkut rel R.54 ke lokasi pekerjaan	ton	248,40	1.051.530,00	261.200.052,00
4	Mengangkut wesel R.54 sampai lokasi pekerjaan (1 unit ± 50 ton)	unit	10	52.576.500,00	525.765.000,00
5	Mengelas rel R.54 dengan las thermit	ttk	184	1.695.450,00	311.962.800,00
6	Memasang/menyetel spoor R.54 dengan bantalan beton	m'sp	2.300	33.880,00	77.924.000,00
7	Angkat listring secara manual dengan (HTT)	m'sp	2.300	99.540,00	228.942.000,00
8	Angkat listring dengan alat berat (MTT)	m'sp	2.300	62.650,00	144.095.000,00
9	Menyetel dan memasukkan wesel R.54 pada tempat kedudukannya	unit	10	15.332.570,00	153.325.700,00
10	Angkat listring wesel R.54 secara manual dengan HTT(1 wesel setara dengan 150 m'sp)	m'sp	1.500	99.450,00	149.310.000,00
11	Angkat listring wesel dengan alat berat (MTT) (1 wesel setara dengan 150 m'sp)	m'sp	1.500	62.650,00	93.975.000,00
12	Membongkar wesel R.50 dan menimbun	unit	8	5.194.920,00	41.559.360,00
13	Menyetel wesel R.50 untuk spoor simpan	unit	3	15.332.570,00	45.997.710,00
14	Angkat listring wesel R.50 dengan HTT (1 wesel setara dengan 150 m'sp)	m'sp	450	99.540,00	44.793.000,00
15	Angkat listring wesel R.50 dengan MTT (1 wesel setara dengan 150 m'sp)	m'sp	450	62.650,00	28.192.500,00
16	Membuat dan memasang rel kompromise R.50/R.54	stel	11	1.584.780,00	17.432.580,00
	JUMLAH : III				2.467.740.302,00

ANALISA HARGA SATUAN **PEKERJAAN PEMBANGUNAN JALUR GANDA JALAN KERETA API** **LINTAS BOJONEGORO - SURABAYA PASARTURI**

I. PEKERJAAN PERSIAPAN

1. Membuat direksi keet dan gudang/los kerja.

Dihitung berdasarkan pembuatan bangunan sementara ukuran 27 m²,
 dengan lantai beton tumbuk campuran 1:3:6

1,150	m3 kayu klas III	@ Rp	4.000.000,00	= Rp	4.600.000,00
30,000	lb BJLS 30	@ Rp	90.000,00	= Rp	2.700.000,00
24,000	lb Tripleks	@ Rp	75.000,00	= Rp	1.800.000,00
4,000	kg Paku campuran	@ Rp	17.000,00	= Rp	68.000,00
1,000	kg Paku seng	@ Rp	27.000,00	= Rp	27.000,00
1,000	bh Pintu Panel klas III lengkap dengan kunci tanam	@ Rp	500.000,00	= Rp	500.000,00
4,000	bh Jendela kaca/ram kawat	@ Rp	140.000,00	= Rp	560.000,00
1,500	m ² Beton tumbuk	@ Rp	717.200,00	= Rp	1.075.800,00
3,000	Oh Tukang	@ Rp	60.500,00	= Rp	181.500,00
16,000	Oh Pekerja	@ Rp	47.000,00	= Rp	752.000,00
					<hr/>
					Jumlah = Rp 12.264.300,00
Harga 1 m2 = Rp 12.264.300,00 :					27 = Rp 454.233,33
					Dibulatkan = Rp 454.200,00

2. Membuat beton tumbuk/m³ campuran 1 : 3 : 4

- Bahan :

0,822	m ³ Batu koral	@ Rp	200.000,00	= Rp	164.400,00
0,617	m ³ Pasir beton	@ Rp	177.000,00	= Rp	109.209,00
5,138	zak PC	@ Rp	62.000,00	= Rp	318.556,00

Jumlah a = Rp 592.165,00

- Upah :

2,00	Oh Pekerja	@ Rp	47.000,00	= Rp	94.000,00
0,10	Oh Mandor	@ Rp	76.500,00	= Rp	7.650,00
0,035	Oh Kepala tukang batu	@ Rp	65.000,00	= Rp	2.275,00
0,35	Oh Tukang batu	@ Rp	60.500,00	= Rp	21.175,00

Jumlah b = Rp 125.100,00

Jumlah (a+b) = Rp 717.265,00

Dibulatkan = Rp **717.200,00**

Untuk 1 m², tebal 10 cm

3. Pembuatan dan pemasangan papan proyek

a. Bahan :

0,032	m ³ Papan klas III	@ Rp	4.000.000,00	= Rp	128.000,00
0,25	kg Paku 5/7	@ Rp	17.000,00	= Rp	4.250,00
1	kg Cat kayu	@ Rp	35.200,00	= Rp	35.200,00

Jumlah a = Rp 167.450,00

b. Upah :

1,50	Oh Tukang kayu	@ Rp	60.500,00	= Rp	90.750,00
0,075	Oh Mandor	@ Rp	76.500,00	= Rp	5.737,50
1	unit meleter	@ Rp	100.000,00	= Rp	100.000,00

Jumlah b = Rp 196.487,50

Jumlah (a+b) = Rp 363.937,50

Dibulatkan = Rp **363.900,00**

4.	Mobilisasi alat kerja dan bahan tiap 1 ton :			
	5 Oh Pekerja	@ Rp	47.000,00	= Rp 235.000,00
	0,5 Oh Mandor	@ Rp	76.500,00	= Rp 38.250,00
	0,5 kg Kawat ikat Ø 5 mm	@ Rp	24.000,00	= Rp 12.000,00
	115 km Ongkos angkut dengan truk	@ Rp	650,00	= Rp 74.750,00
			Jumlah	= Rp 360.000,00
			Dibulatkan	= Rp 360.000,00
5.	Pengukuran dan pasang patok/peil untuk memanjang dan melintang tiap 1 m' :			
	0,009 Kayu kelas III	@ Rp	4.000.000,00	= Rp 36.000,00
	0,035 kg Paku	@ Rp	17.000,00	= Rp 595,00
	0,007 hari Sewa Theodolite	@ Rp	150.000,00	= Rp 1.050,00
	0,080 Oh Surveyor Geodesi	@ Rp	150.000,00	= Rp 12.000,00
	0,024 Oh Pekerja	@ Rp	47.000,00	= Rp 1.128,00
	0,050 Oh Asisten Surveyor Geodesi	@ Rp	77.000,00	= Rp 3.850,00
			Jumlah	= Rp 54.623,00
	Untuk pengukuran jalan KA diambil 10 %-nya			= Rp 5.462,30
			Dibulatkan	= Rp 5.460,00
6.	Penjagaan semboyan/OH.			= Rp 47.000,00

II. PENGADAAN BAHAN

1. Balas kricak ukuran 2-6 cm/m³.
 - Harga balas batu pecah 2/6 di Quarry = Rp 180.000,00
 - Ongkos angkutan dari Quarry ke depo balas / tempat muat, termasuk sewa lahan, = Rp 27.000,00
 - Ongkos muat ke atas kereta :

$$= 0,4 \text{ Oh Pekerja} \times \text{Rp } 47.000,00 = \text{Rp } 18.800,00$$
 - Ongkos bongkar dan ecer di lokasi pekerjaan

$$0,350 \text{ Oh Pekerja} @ \text{Rp } 47.000,00 = \text{Rp } 16.450,00$$

$$0,009 \text{ Oh Mandor} @ \text{Rp } 76.500,00 = \text{Rp } 688,50$$

Jumlah = Rp 242.938,50
 Dibulatkan = **Rp 242.900,00**
2. Biaya angkutan dengan KA setiap ton/km ke lokasi pekerjaan

$$1 \text{ m}^3 = 1,5 \text{ ton} \times \text{Rp } 350 \times 1,1 = \text{Rp } 577,50$$

Jarak angkut ke lokasi pekerjaan = 121,43 x Rp 577,50 = Rp 70.125,83
 Dibulatkan = **Rp 70.125,00**
7. Bantalan beton lengkap dengan alat penambat/batang.
 - Harga bantalan beton termasuk alat penambat elastis di pabrik. = Rp 563.500,00
 - Ongkos muat ke atas trailer dan membongkar lagi disekitar jalan perlintasan lokasi pekerjaan termasuk biaya angkutan dengan trailer = Rp 36.500,00

Jumlah harga bantalan beton lengkap sampai di empl./JPL terdekat = **Rp 600.000,00**
8. Bantalan kayu rimba klas I kualitas A untuk jembatan. = Rp 1.000.000,00
9. Bantalan kayu untuk wesel/m³ = Rp 12.000.000,00

10. Alat penambat elastis/set untuk bantalan kayu.

4 Buah spring clips	@ Rp	79.000,00	= Rp	316.000,00
2 Buah base plate	@ Rp	156.000,00	= Rp	312.000,00
4 Buah insulator	@ Rp	-	= Rp	-
- Ongkos angkut dari pabrik ke lokasi pekerjaan.			= Rp	3.000,00
Harga alat penambat elastis sampai di tempat pekerjaan.			= Rp	631.000,00

11. Paku tirefond TN

= Rp **40.000,00**

III. PEKERJAAN JALAN REL

1. Mengangkut rel R.54 ke lokasi pekerjaan :

a. Mengangkut dan menaikkan rel R.54 dari timbunan ke atas stapling bantalan kayu dekat gerbong PPR termasuk sewa FORKLIF dan alat bantu.

= Rp 20.000,00

b. Muat rel R.54 dari stapling ke PPR dan bongkar lagi di lokasi pekerjaan/m'

0,026 Oh Mandor	@ Rp	76.500,00	= Rp	1.989,00
0,055 Oh Pekerja	@ Rp	47.000,00	= Rp	2.585,00
0,050 kg kawat ikat diam. 5 mm.	@ Rp	20.000,00	= Rp	1.000,00
Bahan bantu (linggis, kayu untuk ganjal, dll)			= Rp	6.000,00

Jumlah b. = Rp 11.574,00

c. Biaya akomodasi Petugas pengawalan (transportasi+menginap+makan) termasuk perbaikan kereta.

= Rp 5.000,00

Jumlah (a + b + c) = Rp **36.574,00**

Untuk 1 ton rel R.54 =		1.000	:	60,00	x	Rp	36.574,00	= Rp	609.566,67
d. Biaya angkut dengan KA yang harus disetor ke PT. KA (Persero)								= Rp	374.000,00
							Jumlah 1.	= Rp	983.566,67
							Dibulatkan	= Rp	983.560,00
2. Mengangkut dan mengecer rel R.54 kelokasi pekerjaan dari Emplasemen									
a. Menaikan rel R.54 dari timbunan dan keatas stapling bantalan kayu dekat gerbong PPR termasuk sewa forklip								= Rp	20.000,00
b. Muat rel R.54 dari stapling ke PPR dan bongkar di lokasi pekerjaan									
0,026	Oh Mandor					@ Rp	76.500,00	= Rp	1.989,00
0,055	Oh Pekerja					@ Rp	47.000,00	= Rp	2.585,00
0,050	kg Kawat ikat Ø 5 mm					@ Rp	24.000,00	= Rp	1.200,00
	Bahan bantu ganjal kayu							= Rp	6.000,00
							Jumlah	= Rp	11.774,00
c. Biaya angkut dengan KA 1 ton/km						= Rp	350,00		
Minimal jarak angkut 15 km :									
		15	x			Rp	350,00	= Rp	5.250,00
							Jumlah a+b+c	= Rp	37.024,00
							Dibulatkan	= Rp	37.020,00

3. Menyetel dan memasukkan wesel R.54 pada tempat kedudukannya :

a. Membuat stapling untuk penggeseran :

0,80	Oh Mandor	@ Rp	76.500,00	= Rp	61.200,00
13,10	Oh Pekerja	@ Rp	47.000,00	= Rp	615.700,00
	Angkut rel bekas 10 btg @ 9 m'			= Rp	200.000,00
	Angkut bantalan bekas 30 btg			= Rp	400.000,00
Jumlah = Rp					1.276.900,00

b. Menyetel wesel R.54 diatas stapling :

5,131	Oh Mandor	@ Rp	76.500,00	= Rp	392.521,50
103,74	Oh Pekerja	@ Rp	47.000,00	= Rp	4.875.780,00
1	unit Alat bantu			= Rp	120.000,00
Jumlah = Rp					5.388.301,50

c. Memasukkan wesel R.54 pada tempat kedudukannya

2,00	Oh Mandor	@ Rp	76.500,00	= Rp	153.000,00
102,00	Oh Pekerja	@ Rp	47.000,00	= Rp	4.794.000,00
Jumlah = Rp					4.947.000,00

d. Muat, melangsir dan bongkar wesel R.54 dan komponennya didekat penyetelan :

0,102	Oh Mandor	@ Rp	76.500,00	= Rp	7.803,00
1,060	Oh Pekerja	@ Rp	47.000,00	= Rp	49.820,00
1	unit Alat bantu			= Rp	6.000,00
Jumlah = Rp					63.623,00

Untuk 1 wesel berat : 51,20 ton x Rp 63.623,00 = Rp 3.257.497,60

e. Menyetel peralatan klaw/pengamanan persinyalan pada wesel :

1,200	Oh Kepala Tukang	@ Rp	65.000,00	= Rp	78.000,00
4,600	Oh Tukang Besi	@ Rp	60.500,00	= Rp	278.300,00
1,800	Oh Pekerja	@ Rp	47.000,00	= Rp	84.600,00
0,200	Oh Mandor	@ Rp	76.500,00	= Rp	15.300,00
Jumlah = Rp					456.200,00
Jumlah a s.d e = Rp					15.325.899,10
Jumlah = Rp					15.325.890,00

4. Membongkar wesel R.50 dan menimbun ke Emplasemen :

a. Membuat stapling untuk penggeseran :

0,80	Oh Mandor	@ Rp	76.500,00	= Rp	61.200,00
13,10	Oh Pekerja	@ Rp	47.000,00	= Rp	615.700,00
Angkut rel bekas 10 btg @ 9 m'					= Rp 200.000,00
Angkut bantalan bekas 30 btg					= Rp 400.000,00
Jumlah = Rp					1.276.900,00

b. Mengeluarkan wesel R.50 dari spoor :

1,00	Oh Mandor	@ Rp	76.500,00	= Rp	76.500,00
51,00	Oh Pekerja	@ Rp	47.000,00	= Rp	2.397.000,00
Jumlah = Rp					2.473.500,00

c. Muat, melangsir wesel ke penimbunan :

0,925	Oh Mandor	@ Rp	76.500,00	= Rp	70.762,50
29,20	Oh Pekerja	@ Rp	47.000,00	= Rp	1.372.400,00
Jumlah = Rp					1.443.162,50
Jumlah a+b+c = Rp					5.193.562,50
Dibulatkan = Rp					5.193.560,00

5. Angkat listring jalan rel untuk bantalan beton dan balas kricak dengan HTT (manual).

Upah kerja dihitung untuk pekerjaan sbb :

a). untuk kecepatan 20 km/jam dari kec. 5 km/jam per m'spoor

0,038 Oh Mandor

0,380 Oh Pekerja

@ Rp 76.500,00 = Rp 2.907,00

@ Rp 47.000,00 = Rp 17.860,00

Jumlah a) = Rp 20.767,00

b). untuk kecepatan 40 km/jam dari kec. 20 km/jam per m'spoor.

0,075 Oh Mandor

0,680 Oh Pekerja

@ Rp 76.500,00 = Rp 5.737,50

@ Rp 47.000,00 = Rp 31.960,00

Jumlah b) = Rp 37.697,50

* Untuk kecepatan 40 km/jam (a + b)

= Rp 58.464,50

c). untuk kecepatan 60 km/jam dari kec. 40 km/jam per m'spoor.

0,075 Oh Mandor

0,750 Oh Pekerja

@ Rp 76.500,00 = Rp 5.737,50

@ Rp 47.000,00 = Rp 35.250,00

Jumlah c) = Rp 40.987,50

Jumlah a + b + c = Rp 99.452,00

Dibulatkan = Rp 99.450,00

6. Angkat listring wesel setara dengan 150 m'Sp :

= 150 x Rp 99.452,00 = Rp 14.917.800,00

7. Mengerjakan balas baru / m³

0,027 Oh Mandor

0,826 Oh Pekerja

@ Rp 76.500,00 = Rp 2.065,50

@ Rp 47.000,00 = Rp 38.822,00

Jumlah = Rp 40.887,50

Dibulatkan = Rp 40.880,00

8. Mengecer bantalan beton dari emplasemen/jalan perlintasan sampai di tepi jalan rel lokasi pekerjaan/batang.

0,60 Oh Pekerja

@ Rp 47.000,00 = Rp 28.200,00
Jumlah = Rp **28.200,00**

9. Menyetel/mengganti jalan rel R.42 dengan R.54 tiap 1 m'spoor.

Upah kerja dihitung untuk pekerjaan sbb :

- Menyetel rel dengan bantalan beton, alat penambat tersedia di tempat kerja.

0,025 Oh Mandor

@ Rp 76.500,00 = Rp 1.912,50

0,680 Oh Pekerja

@ Rp 47.000,00 = Rp 31.960,00

Jumlah = Rp 33.872,50

Dibulatkan = Rp **33.870,00**

- 10 Membongkar Spoor rel R42 berikut langsir ke lokasi penimbunan tiap 1 MSP

a. Bongkar

0,010 Oh Mandor

@ Rp 76.500,00 = Rp 765,00

0,140 Oh Pekerja

@ Rp 47.000,00 = Rp 6.580,00

alat bantu

ls = Rp 500,00

Jumlah = Rp 7.845,00

b. Melangsir ke tempat penimbunan

0,012 Oh Mandor

@ Rp 76.500,00 = Rp 918,00

0,158 Oh Pekerja

@ Rp 47.000,00 = Rp 7.426,00

alat bantu

ls = Rp 500,00

Jumlah = Rp 8.844,00

Jumlah a + b = 7.845,00

+ 8.844,00

= Rp 16.689,00

dibulatkan = Rp **16.689,00**

11 Membongkar wesel R 50 terhitung menimbun di lokasi terdekat untuk 1 unit wesel

a. Menggorek ballas di posisi wesel tiap 1m3

0,050	Oh Mandor	@ Rp	76.500,00	= Rp	3.825,00
1,500	Oh Pekerja	@ Rp	47.000,00	= Rp	70.500,00
			Jumlah	= Rp	74.325,00
Untuk 1 wesel =	36 m3	x	74.325,00	= Rp	2.675.700,00

b. Membongkar wesel R50

1,000	Oh Mandor	@ Rp	76.500,00	= Rp	76.500,00
51,000	Oh Pekerja alat bantu	@ Rp	47.000,00	= Rp	2.397.000,00
			ls	= Rp	100000,00
			Jumlah	= Rp	2.573.500,00

c. Melangsir ke lokasi timbunan
untuk 1 unit wesel =

30 m	x	2 x	8.844,00	= Rp	530.640,00
			Jumlah a + b + c	= Rp	5.779.840,00
			dibulatkan	= Rp	5.779.840,00

12. Rel kompromise R.42 - R.54 termasuk menyetel / pasang

a.	4	Btg rel R.42 dan R.54 memotong masing-masing panjang 1,50 m'	@ Rp	48.700,00	= Rp	194.800,00
	2	Titik mengelas rel (las elektroda)	@ Rp	458.670,00	= Rp	917.340,00
	8	Bh mengebor rel	@ Rp	34.059,00	= Rp	272.472,00

b.	Mengangkut rel kompromise dari emplasemen ke lokasi pekerjaan termasuk memasang/menyetel.				= Rp	200.000,00
----	---	--	--	--	------	------------

Jumlah (a + b) = **Rp 1.584.612,00**

13. Memotong rel R.33 bekas/potong.

0,037	Oh Mandor	@ Rp	76.500,00	= Rp	2.830,50
0,125	Oh Pekerja	@ Rp	47.000,00	= Rp	5.875,00
0,500	Bh Gergaji besi standard untuk rel	@ Rp	80.000,00	= Rp	40.000,00
Jumlah = Rp					48.705,50
Dibulatkan = Rp					48.700,00

14. Mengebor rel R.42/R.54 per lubang

0,022	Oh Mandor	@ Rp	76.500,00	= Rp	1.683,00
0,125	Oh Pekerja	@ Rp	47.000,00	= Rp	5.875,00
0,050	Bh Bor besi standard untuk rel	@ Rp	530.000,00	= Rp	26.500,00
Jumlah = Rp					34.058,00
Dibulatkan = Rp					34.059,00

15. Mengelas rel dengan las elektroda.

a). Upah kerja siang hari.

0,2	Oh Pengawas	@ Rp	105.000,00	= Rp	21.000,00
0,4	Oh Tukang las rel	@ Rp	84.000,00	= Rp	33.600,00
0,4	Oh Tukang gerinda rel	@ Rp	60.500,00	= Rp	24.200,00
0,2	Oh Pekerja	@ Rp	47.000,00	= Rp	9.400,00
Jumlah a). = Rp					88.200,00

b). Bahan Pendukung.

7	liter solar	@ Rp	6.000,00	= Rp	42.000,00
0,15	tabung Oksigen (12 kg)	@ Rp	86.000,00	= Rp	12.900,00
0,07	tabung Acetylen	@ Rp	120.000,00	= Rp	8.400,00
1,5	liter bensin campur	@ Rp	7.500,00	= Rp	11.250,00
0,05	liter olie SAE 40	@ Rp	25.000,00	= Rp	1.250,00

0,05	lb kain lap	@ Rp	7.000,00	= Rp	350,00
0,01	tenda plastik uk. 4 x 4	@ Rp	30.000,00	= Rp	300,00
0,005417	bh regulator Oksigen	@ Rp	460.000,00	= Rp	2.491,82
0,005417	bh regulator Acetylen	@ Rp	440.000,00	= Rp	2.383,48
0,3	bh batu gerinda tangan	@ Rp	27.500,00	= Rp	8.250,00
0,02	bh batu gerinda profil	@ Rp	125.000,00	= Rp	2.500,00
1,2	kg elektroda untuk layer	@ Rp	120.000,00	= Rp	144.000,00
0,3	kg elektroda untuk pengeras	@ Rp	238.000,00	= Rp	71.400,00
					<hr/>
					Jumlah b). = Rp 307.475,30
c). Sewa mesin.					
0,2	hari mesin las 400 amp.	@ Rp	115.000,00	= Rp	23.000,00
0,2	hari mesin gerinda profil	@ Rp	60.000,00	= Rp	12.000,00
					<hr/>
					Jumlah c). = Rp 35.000,00
d). - Biaya pengetesan dengan ultrasonic yang disetor ke PT. KAI dan akomodasi petugas					
(Surat Direksi PT. KAI (Persero) tgl. 22 - 6 - 2009				= Rp	28.000,00
					<hr/>
					Jumlah d). = Rp 28.000,00
					Jumlah (a+b+c+d) = Rp 458.675,30
					Dibulatkan = Rp 458.670,00

16. Las Termit

a). Bahan Pendukung.

0,150	tbg oxygen besar	@ Rp	120.000,00	= Rp	18.000,00
0,030	tbg Elpiji besar	@ Rp	120.000,00	= Rp	3.600,00
1,500	lt bensin	@ Rp	6.000,00	= Rp	9.000,00
0,060	lt Olie SAE 40	@ Rp	25.000,00	= Rp	1.500,00
0,050	lb kain lap	@ Rp	7.000,00	= Rp	350,00
0,010	lb tenda berjalan dari terpal	@ Rp	700.000,00	= Rp	7.000,00
0,020	bh batu gerenda profil besar	@ Rp	140.000,00	= Rp	2.800,00
0,150	bh batu gerinda tangan besar	@ Rp	35.000,00	= Rp	5.250,00
0,005	bh regulator oxygen	@ Rp	460.000,00	= Rp	2.300,00
0,005	bh regulator elpiji (LPG)	@ Rp	440.000,00	= Rp	2.200,00

Jumlah a) = Rp 52.000,00

b). Bahan las.

1	set bahan las thermit	@ Rp	1.300.000,00	= Rp	1.300.000,00
---	-----------------------	------	--------------	------	--------------

Jumlah b) = Rp 1.300.000,00

c). Perlengkapan/Alat kerja.

0,010	bh Palu konde 1 kg	@ Rp	14.000,00	= Rp	140,00
0,004	bh Palu/Martil 4 kg	@ Rp	53.000,00	= Rp	212,00
0,015	bh Pahat ganjel	@ Rp	88.000,00	= Rp	1.320,00
0,050	bh sikat baja	@ Rp	12.000,00	= Rp	600,00
0,010	bh kaca mata las	@ Rp	14.000,00	= Rp	140,00
0,030	set sarung tangan panjang	@ Rp	16.000,00	= Rp	480,00
0,015	bh Apron	@ Rp	140.000,00	= Rp	2.100,00
0,100	bh sekop	@ Rp	35.000,00	= Rp	3.500,00
0,002	bh Kunci Inggris 12"	@ Rp	65.000,00	= Rp	130,00
0,006	bh linggis bengkok	@ Rp	55.000,00	= Rp	330,00
0,010	bh mistar pelurus rel 1 M	@ Rp	360.000,00	= Rp	3.600,00
0,020	bh Kikir segiempat	@ Rp	30.000,00	= Rp	600,00

0,001	bh stopwatch	@ Rp	140.000,00	= Rp	140,00
0,001	set sepatu las	@ Rp	66.000,00	= Rp	66,00
0,009	set brander pemanas	@ Rp	1.430.000,00	= Rp	12.870,00
0,005	bh dongkrak aligment beam	@ Rp	3.500.000,00	= Rp	17.500,00
Jumlah c) = Rp					43.728,00
d). Sewa Mesin.					
0,25	hr Mesin gerinda MP 12	@ Rp	170.000,00	= Rp	42.500,00
0,25	hr Mesin gerinda tangan	@ Rp	80.000,00	= Rp	20.000,00
0,25	hr Mesin Weldshear manual	@ Rp	170.500,00	= Rp	42.625,00
Jumlah d) = Rp					105.125,00
e). Upah Kerja Siang Hari.					
0,25	oh Pengawas las termit	@ Rp	120.000,00	= Rp	30.000,00
0,50	oh Tukang las termit	@ Rp	105.000,00	= Rp	52.500,00
0,50	oh Tukang gerinda	@ Rp	60.500,00	= Rp	30.250,00
0,75	oh Pekerja (pembantu tukang)	@ Rp	47.000,00	= Rp	35.250,00
Jumlah e) = Rp					148.000,00
f). Lain-lain.					
0,2	unit transportasi	@ Rp	60.000,00	= Rp	12.000,00
0,6	unit pengamanan operasional	@ Rp	11.000,00	= Rp	6.600,00
Jumlah f) = Rp					18.600,00
g). Biaya test ultrasonic yang disetor ke kas PT. KAI dan akomodasi petugas.					= Rp 28.000,00
(Surat Direksi PT. KAI (Persero) tgl. 22 - 6 - 2009)					
Jumlah biaya pengelasan untuk satu titik pada siang hari = (jumlah a s.d g)					= Rp 1.695.453,00
Dibulatkan					= Rp 1.695.450,00

17. Angkat listring jalan rel untuk bantalan beton dan balas kricak dengan HTT (manual).

Upah kerja dihitung untuk pekerjaan sbb :

a). untuk kecepatan 20 km/jam dari kec. 5 km/jam per m'spoor

0,038 Oh Mandor

0,380 Oh Pekerja

@ Rp 76.500,00 = Rp 2.907,00

@ Rp 47.000,00 = Rp 17.860,00

Jumlah a) = Rp 20.767,00

b). untuk kecepatan 40 km/jam dari kec. 20 km/jam per m'spoor.

0,075 Oh Mandor

0,680 Oh Pekerja

@ Rp 76.500,00 = Rp 5.737,50

@ Rp 47.000,00 = Rp 31.960,00

Jumlah b) = Rp 37.697,50

* Untuk kecepatan 40 km/jam (a + b)

= Rp 58.464,50

c). untuk kecepatan 60 km/jam dari kec. 40 km/jam per m'spoor.

0,075 Oh Mandor

0,750 Oh Pekerja

@ Rp 76.500,00 = Rp 5.737,50

@ Rp 47.000,00 = Rp 35.250,00

Jumlah c) = Rp 40.987,50

Jumlah a + b + c = Rp 99.452,00

Dibulatkan = Rp 99.450,00

18. Angkat listring jalan rel untuk kecepatan > 60 km/jam memakai bantalan kayu/beton dengan alat berat (MTT, PBR, VDM, dsb) tiap 1 m'spoor.

Upah kerja dihitung untuk pekerjaan sbb. :

- Pengukuran dengan Optik :

0,035 Juru ukur (Optik)

@ Rp 120.000,00 = Rp 4.200,00

0,350 Upah pembantu juru ukur

@ Rp 47.000,00 = Rp 16.450,00

- Biaya MTT yang harus dibayar ke PT. KAI.

= Rp 42.000,00

(Sesuai Surat Dirtek/KJ No.PL.103/V/4/KA.2007 tanggal 21 Mei 2007)

Jumlah = Rp 62.650,00

Dibulatkan = Rp **62.650,00**

19. Angkat listring wesel setara dengan 150 m'Sp :

= 150 x Rp 62.650,00 = Rp **9.397.500,00**

20. Mengangkut wesel R.60 sampai lokasi pekerjaan (1 unit ± 50 ton) :

: 983.560,00 X 50 Ton = Rp **49.178.000,00**

IV. PEKERJAAN PENYEMPURNAAN JALUR EXISTING

1. Membuat bangket standart Type A dari pasangan batu kali/m'Sp.

a). Galian tanah dan keprasan/m³.

0,025 Oh Mandor

@ Rp 76.500,00 = Rp 1.912,50

0,750 Oh Pekerja

@ Rp 47.000,00 = Rp 35.250,00

Jumlah = Rp 37.162,50

Volume galian tanah / m'sp = 1,40 m' x Rp 37.162,50 = Rp 52.027,50

b). Urugan pasir dibawah pondasi/m³ termasuk bahan

0,30	Oh Pekerja	@ Rp	76.500,00	= Rp	22.950,00
0,01	Oh Mandor	@ Rp	47.000,00	= Rp	470,00
1,20	m ³ Pasir	@ Rp	177.000,00	= Rp	212.400,00
Jumlah = Rp					235.820,00

Volume urugan pasir = 0,255 m³ x Rp 235.820,00 = Rp 60.134,10

c). Pasangan batu kali camp. 1Pc : 4 Psr / m³.

1). Upah Kerja

3,60	Pekerja	@ Rp	47.000,00	= Rp	169.200,00
1,20	Tukang batu	@ Rp	60.500,00	= Rp	72.600,00
0,12	Kepala Tukang	@ Rp	65.000,00	= Rp	7.800,00
0,18	Mandor	@ Rp	76.500,00	= Rp	13.770,00
Jumlah 1). = Rp					263.370,00

2). Bahan

3,25	zak P.C.	@ Rp	62.000,00	= Rp	201.500,00
0,520	m ³ Pasir	@ Rp	177.000,00	= Rp	92.040,00
1,20	m ³ Batu belah	@ Rp	180.000,00	= Rp	216.000,00
Jumlah 2). = Rp					509.540,00
Jumlah 1) + 2) = Rp					772.910,00

Volume pasangan batu kali / m³sp = 1,6025 m³ x Rp 772.910,00 = Rp 1.238.588,28

d). Urugan tanah dari bekas galian/m³.

0,192 Oh Pekerja
0,0190 Oh Mandor

@ Rp	47.000,00	= Rp	9.024,00
@ Rp	76.500,00	= Rp	1.453,50
			<hr/>
	Jumlah	= Rp	10.477,50

Volume urugan tanah/m'Sp = 0,26 m³

x Rp	10.477,50	= Rp	2.724,15
			<hr/>
	Dibulatkan	= Rp	2.720,00

e). Plesteran termasuk acian untuk tiap m2.

1). Upah Kerja

0,250 Oh Pekerja
0,200 Oh Tukang
0,020 Oh Kepala Tukang
0,0125 Oh Mandor

@ Rp	47.000,00	= Rp	11.750,00
@ Rp	60.500,00	= Rp	12.100,00
@ Rp	65.000,00	= Rp	1.300,00
@ Rp	76.500,00	= Rp	956,25
			<hr/>
	Jumlah 1).	= Rp	26.106,25

2). Bahan

0,216 zak P.C.
0,040 zak P.C. untuk acian
0,026 m³ Pasir

@ Rp	62.000,00	= Rp	13.392,00
@ Rp	62.000,00	= Rp	2.480,00
@ Rp	177.000,00	= Rp	4.602,00
			<hr/>
	Jumlah 2).	= Rp	20.474,00
			<hr/>
	Jumlah 1) + 2)	= Rp	46.580,25

Volume plesteran batu kali/m'sp = 1,00 m²

x Rp	46.580,25	= Rp	46.580,25
------	-----------	------	-----------

f). Siar timbul camp 1 PC : 2 Psr untuk tiap 1 m²

Bahan :

0,1054 zak PC
0,0085 m³ Pasir

@ Rp	62.000,00	= Rp	6.534,80
@ Rp	177.000,00	= Rp	1.504,50
			<hr/>
	Jumlah	= Rp	8.039,30

Upah :				@ Rp	47.000,00	= Rp	7.050,00
0,150	Oh Pekerja			@ Rp	60.500,00	= Rp	4.235,00
0,070	Oh Tukang batu			@ Rp	65.000,00	= Rp	455,00
0,007	Oh Kepala Tukang			@ Rp	76.500,00	= Rp	612,00
0,008	Oh Mandor						
				Jumlah	= Rp	12.352,00	
				Jumlah B+U (f)	= Rp	20.391,30	
				Dibulatkan	= Rp	20.390,00	
Volume siar timbul / m'sp =				2,10	m ²	x	Rp
							20.390,00
							= Rp
							42.819,00
				Dibulatkan	= Rp	42.810,00	
g). Memasang paralon termasuk bahan untuk pengeringan/m'Sp.							= Rp
							15.000,00
				Jumlah (a s/d g)	= Rp	1.457.873,28	
				Dibulatkan	= Rp	1.457.800,00	
Untuk satu sisi/m' =				Rp	1.457.800,00	:	
						2	= Rp
							728.900,00
				Dibulatkan	= Rp	728.900,00	
2. 1 m' pengukuran dan pasang bowplank :							
0,012	m ³ kayu 5/7 cm			@ Rp	4.000.000,00	= Rp	48.000,00
0,020	kg Paku biasa 2" - 5"			@ Rp	17.000,00	= Rp	340,00
0,007	m ³ kayu papan 3/20			@ Rp	4.000.000,00	= Rp	28.000,00
				Jumlah	= Rp	76.340,00	
Upah :							
0,100	Oh Pekerja			@ Rp	47.000,00	= Rp	4.700,00
0,10	Oh Tukang Kayu			@ Rp	60.500,00	= Rp	6.050,00
0,01	Oh Kepala Tukang			@ Rp	65.000,00	= Rp	650,00
0,005	Oh Mandor			@ Rp	76.500,00	= Rp	382,50
				Jumlah	= Rp	11.782,50	
				Jumlah B + U	= Rp	88.122,50	

3. Galian tanah lumpur untuk tiap 1 m³ :

Upah :

0,823 Oh Pekerja
0,083 Oh Mandor
1,000 unit alat sewa

@ Rp	47.000,00	= Rp	38.681,00
@ Rp	76.500,00	= Rp	6.349,50
	Is	= Rp	600,00
Jumlah		= Rp	45.630,50
Dibulatkan		= Rp	45.630,00

4. Urugan pasir dibawah pondasi/m³ termasuk bahan

0,30 Oh Pekerja
0,01 Oh Mandor
1,20 m³ Pasir

@ Rp	47.000,00	= Rp	14.100,00
@ Rp	76.500,00	= Rp	765,00
@ Rp	177.100,00	= Rp	212.520,00
Jumlah		= Rp	227.385,00

5. Urugan tanah kembali dan pemadatan untuk tiap 1 m³ :

a. Upah :

0,192 Oh Pekerja
0,019 Oh Mandor
1 Unit alat bantu

@ Rp	47.000,00	= Rp	9.024,00
@ Rp	76.500,00	= Rp	1.453,50
	Is	= Rp	130,00
Jumlah a		= Rp	10.607,50

6. Membuat perkuatan tanah Type C untuk tiap 1 m'

1,00 m' Pasang bowplank
1,532 m³ Galian tanah lumpur
0,203 m³ Urugan pasir
0,25 m³ Urugan kembali
2,120 m³ Pasangan batu kali 1 : 4
1,12 m² Plesteran 1 : 3
1,90 m² Siar timbul 1 : 2

@ Rp	88.122,50	= Rp	88.122,50
@ Rp	45.630,00	= Rp	69.905,16
@ Rp	227.385,00	= Rp	46.159,16
@ Rp	10.607,50	= Rp	2.651,88
@ Rp	772.910,00	= Rp	1.638.569,20
@ Rp	46.580,25	= Rp	52.169,88
@ Rp	20.390,00	= Rp	38.741,00

0,06 lb Sterofoam delatasi	@ Rp	50.000,00	= Rp	3.000,00
0,2 ljr Pipa Drainasi PVC Ø 2"	@ Rp	107.000,00	= Rp	21.400,00
				<hr/>
Jumlah = Rp				1.960.718,77
Dibulatkan = Rp				1.960.700,00
7. Menambah balas kricak termasuk angkutan dan memasukkan :				
- Balas Kricak			= Rp	242.900,00
- Angkutan			= Rp	70.125,00
- Mengerjakan Balas			= Rp	40.880,00
				<hr/>
Jumlah = Rp				353.905,00

V. PEKERJAAN JALAN PERLINTASAN

1. a. Biaya Gilas dengan mesin gilas untuk tiap 1 jam :				
Upah :				
0,1429 Oh Masinis	@ Rp	65.000,00	= Rp	9.288,50
0,1429 Oh Pembantu Masinis	@ Rp	60.500,00	= Rp	8.645,45
0,1429 Oh Pekerja	@ Rp	47.000,00	= Rp	6.716,30
				<hr/>
Jumlah = Rp				24.650,25
Alat :				
1 Jam sewa walles (min. 5 jam)	@ Rp	170.000,00	= Rp	170.000,00
				<hr/>
Jumlah = Rp				194.650,25
Dibulatkan = Rp				194.650,00

b. Membuat konstruksi jalan rel dengan rel paksa / m/sp

1). Angkutan rel R.54 :

0,108 ton Rel R.54 angkut ke lokasi

@ Rp 983.560,00 = Rp 106.224,48

2). Memotong rel R.54 / buah :

0,0370 Oh Mandor

@ Rp 76.500,00 = Rp 2.830,50

0,1250 Oh pekerja

@ Rp 47.000,00 = Rp 5.875,00

0,5000 bh Gergaji standart

@ Rp 80.000,00 = Rp 40.000,00

1,15 buah

x Rp 48.705,50 = Rp 56.011,33

Jumlah 1+2 = Rp **162.235,81**

c. Mengebor rel/bh :

0,022 Oh Mandor

@ Rp 76.500,00 = Rp 1.683,00

0,125 Oh Pekerja

@ Rp 47.000,00 = Rp 5.875,00

0,050 bh Bor rel standard

@ Rp 530.000,00 = Rp 26.500,00

Jumlah = Rp 34.058,00

Volume mengebor rel :

3,34

bh x 34.058,00 = Rp **113.753,72**

d. Membeli klos dari baja tuang

1,67

bh x 321.500,00 = **Rp 536.905,00**

e. Membeli baut klos termasuk ring

1,67

bh x 60.000,00 = **Rp 100.200,00**

f. Memodifikasi baseplat rel R.54 :

1). Memotong onderlegplaat / bh :

0,037 Oh Mandor

@ Rp 76.500,00 = Rp 2.830,50

0,125 Oh Pekerja

@ Rp 47.000,00 = Rp 5.875,00

0,500 bh gergaji rel standart

@ Rp 80.000,00 = Rp 40.000,00

Jumlah = Rp 48.705,50

Diambil 50% nya = Rp 24.352,75

volume baseplate : 6,68

x Rp 24.352,75 = Rp 162.676,37

2.) Mengelas dengan las listrik untuk tiap 1 m' :

Bahan :

0,5 kg Kawat Las Elektrode

@ Rp 50.000,00 = Rp 25.000,00

3 ltr Solar

@ Rp 6.000,00 = Rp 18.000,00

Upah :

0,2 Oh Tukang Las

@ Rp 84.000,00 = Rp 16.800,00

Jumlah = Rp 59.800,00

Untuk mengelas onderlegplaat :

1,35

m x

59.800,00 = Rp 80.730,00

3.) Mengebor baseplat dan rel :

3,34

m x

34.058,00 = Rp 113.753,72

4). Membeli alat penambat elastis

6,680 bh Baseplate	@ Rp	156.000,00	= Rp	1.042.080,00
16,700 bh Terepond	@ Rp	40.000,00	= Rp	668.000,00
6,680 bh Pandrol	@ Rp	45.000,00	= Rp	300.600,00

Jumlah = Rp 2.010.680,00

Jumlah F (1/4) = Rp **2.367.840,09**

g. Membeli bantalan kayu rimba klas I kualitas A uk. 18x22x200 cm

Volume 1,67 btg x 997.000,00 = **Rp 1.664.990,00**

h. Menyetel konstruksi jalan rel dengan rel paksa/m'sp

0,030 Oh Mandor	@ Rp	76.500,00	= Rp	2.295,00
0,800 Oh Pekerja	@ Rp	47.000,00	= Rp	37.600,00
0,600 bh Bor kayu	@ Rp	60.000,00	= Rp	36.000,00
0,060 kg Ter	@ Rp	10.000,00	= Rp	600,00

Jumlah = **Rp 76.495,00**

i. Membongkar pengeras jalan / m³ :

0,024 Oh Mandor	@ Rp	76.500,00	= Rp	1.836,00
1,400 Oh Pekerja	@ Rp	47.000,00	= Rp	65.800,00
0,040 Jam sewa alat bantu	@ Rp	60.000,00	= Rp	2.400,00

Jumlah = Rp 70.036,00

Volume untuk 1 m'sp : 2,52 m³ x 70.036,00 = Rp **176.490,72**

j. Memasang rel peluncur terhitung angkutan rel

= **Rp 85.000,00**

k. Memasukkan konstruksi Jpl baru ke tempat kedudukannya / m'sp

0,0154	Oh Mandor	@ Rp	76.500,00	= Rp	1.178,10
0,254	Oh Pekerja	@ Rp	47.000,00	= Rp	11.938,00
	Sewa alat dan bahan bantu			= Rp	20.000,00
				Jumlah = Rp	33.116,10

l. Memasukkan / mengerjakan balas batu pecah per m³

0,027	Oh Mandor				
0,826	Oh Pekerja	@ Rp	76.500,00	= Rp	2.065,50
		@ Rp	47.000,00	= Rp	38.822,00
				Jumlah = Rp	40.887,50
Volume balas :	1,6 m ³	x Rp	40.887,50	= Rp	65.420,00

m. Angkat listring berulang - ulang setara dengan MTT

Angkat listring jalan rel untuk kecepatan > 60 km/jam memakai bantalan kayu/beton dengan alat berat (MTT, PBR, VDM, dsb) tiap 1 m'sp

Upah kerja dihitung untuk pekerjaan sebagai berikut :

- Pengukuran dengan optik :

0,035	Juru ukur (Optik)	@ Rp	120.000,00	= Rp	4.200,00
0,350	Upah pembantu Juru Ukur	@ Rp	47.000,00	= Rp	16.450,00
	Biaya angkat listring dengan MTT			= Rp	62.650,00
	Biaya angkat listring dengan HTT			= Rp	99.450,00
				Jumlah = Rp	182.750,00

n. Mengerjakan pengeras jalan termasuk mengaspal dengan Hotmix /m²

(1). Lapis perkerasan 20 cm (padat digilas) /m²

0,019 Oh Mandor	@ Rp	76.500,00	= Rp	1.453,50
0,375 Oh Pekerja	@ Rp	47.000,00	= Rp	17.625,00
0,02 Oh Pemasak aspal	@ Rp	50.500,00	= Rp	1.010,00
0,05 m ³ Batu pecah mesin 3/5 cm dan 4/6 cm	@ Rp	165.000,00	= Rp	8.250,00
0,25 m ³ Batu kali pecah 15/20 cm	@ Rp	180.000,00	= Rp	45.000,00
1,5 kg Aspal panas terhitung angkutan	@ Rp	9.000,00	= Rp	13.500,00
0,015 m ² Biaya gilas	@ Rp	194.650,00	= Rp	2.919,75
Jumlah = Rp				89.758,25

Untuk 1 m² sp : 2 m² x Rp 89.758,25 = Rp 179.516,50

(2). Mengaspal muka jalan dengan hotmix t = 3 cm untuk tiap 1 m²

a. Mengaspal dengan aspal panas

Bahan :

0,012 m ³ Kerikil halus	@ Rp	255.000,00	= Rp	3.060,00
2,5 kg Aspal	@ Rp	9.000,00	= Rp	22.500,00
0,5 ltr Bahan bakar	@ Rp	7.000,00	= Rp	3.500,00
1 bh Peralatan Pengaspalan	@ Rp		= Rp	12.000,00
Jumlah = Rp				41.060,00

Upah :

0,005 Oh Tukang masak aspal	@ Rp	50.500,00	= Rp	252,50
0,1 Oh Pekerja	@ Rp	47.000,00	= Rp	4.700,00
0,005 Oh Mandor	@ Rp	76.500,00	= Rp	382,50
0,015 Jam biaya gilasi	@ Rp	194.650,00	= Rp	2.919,75
Jumlah = Rp				8.254,75
Jumlah B+U = Rp				49.314,75

b. Mengaspal dengan hotmix

Bahan :

0,036 m ³ Kerikil halus	@ Rp	255.000,00	= Rp	9.180,00
10 kg Aspal	@ Rp	9.000,00	= Rp	90.000,00
2 ltr Minyak aspal	@ Rp	7.200,00	= Rp	14.400,00
0,04 pkl Kayu bakar	@ Rp	165.000,00	= Rp	6.600,00
Jumlah = Rp				120.180,00

Upah :

0,02 Oh Tukang masak aspal	@ Rp	50.500,00	= Rp	1.010,00
0,25 Oh Pekerja	@ Rp	47.000,00	= Rp	11.750,00
0,01 Oh Mandor	@ Rp	76.500,00	= Rp	765,00
0,015 Jam biaya gilasi	@ Rp	194.650,00	= Rp	2.919,75

Jumlah = Rp	16.444,75
Jumlah B+U = Rp	136.624,75
Jumlah a+b = Rp	185.939,50
Dibulatkan = Rp	371.870,00
Jumlah n = Rp	551.395,50

Untuk 1 m² sp :

2 m²

x Rp

185.939,50	= Rp	371.879,00

o. Perijinan dan pengamanan lalu lintas umum			= Rp	25.000,00
		Jumlah b s/d o	= Rp	6.141.591,94
		Dibulatkan	= Rp	6.141.590,00
2.	Membongkar pengeras jalan / m ³ :			
	0,140 Oh Mandor	@ Rp	76.500,00	= Rp 10.710,00
	1,400 Oh Pekerja	@ Rp	47.000,00	= Rp 65.800,00
	0,040 Jam sewa alat bantu	@ Rp	60.000,00	= Rp 2.400,00
		Jumlah	= Rp	78.910,00
3.	Merevisi jalan perlintasan yang tidak dijaga / m'sp :			
	1,400 m ³ galian perkerasan jalan	@ Rp	78.910,00	= Rp 110.474,00
	0,500 m ³ pasang balas pasir dipadatkan	@ Rp	227.265,00	= Rp 113.632,50
	4,000 m ² mengaspal hotmix jalan perlintasan	@ Rp	185.939,50	= Rp 743.758,00
	1,000 unit memasang rambu pengaman yang hilang dan pengecatan	LS	= Rp	500.000,00
		Jumlah	= Rp	1.467.864,50
		Dibulatkan	= Rp	1.467.860,00
Untuk 1 m'sp :		1.467.860,00 x	2	= Rp 2.935.720,00

VI. PEKERJAAN KHUSUS

1.	Galian tanah biasa/m ³ .			
	0,025 Oh Mandor	@ Rp	76.500,00	= Rp 1.912,50
	0,750 Oh Pekerja	@ Rp	47.000,00	= Rp 35.250,00
		Jumlah	= Rp	37.162,50

2. Membongkar pasangan batu kali untuk tiap 1 m³ :

4,6	Oh Pekerja	@ Rp	47.000,00	= Rp	216.200,00
0,4	Oh Mandor	@ Rp	76.500,00	= Rp	30.600,00
1	Unit alat bantu	Ls		= Rp	28.000,00
Jumlah					= Rp 274.800,00

3. Mengangkut tanah sejauh 60 m untuk tiap 1 m³ :

0,33	Oh Pekerja	@ Rp	47.000,00	= Rp	15.510,00
0,033	Oh Mandor	@ Rp	76.500,00	= Rp	2.524,50
0,040	Jam sewa alat bantu (satu set Ø 3 alat)			= Rp	540,00
Jumlah					= Rp 18.574,50
Dibulatkan					= Rp 18.570,00

4. Urugan pasir padat tiap 1 m³ :

Bahan :

1,2 m3	Pasir	@ Rp	177.000,00	= Rp	212.400,00
--------	-------	------	------------	------	------------

Upah :

0,55	Oh Pekerja	@ Rp	47.000,00	= Rp	25.850,00
0,020	Oh Mandor	@ Rp	76.500,00	= Rp	1.530,00
1	unit alat bantu	LS		= Rp	700,00

Jumlah B+U = Rp 240.480,00

Dibulatkan = Rp **240.400,00**

5. Pasangan batu kali camp. 1Pc : 4 Psr / m³.

1). Upah Kerja

3,60	Pekerja	@ Rp	47.000,00	= Rp	169.200,00
1,20	Tukang batu	@ Rp	60.500,00	= Rp	72.600,00
0,12	Kepala Tukang	@ Rp	65.000,00	= Rp	7.800,00
0,18	Mandor	@ Rp	76.500,00	= Rp	13.770,00
Jumlah 1). = Rp					263.370,00

2). Bahan

3,25	zak P.C.	@ Rp	62.000,00	= Rp	201.500,00
0,520	m ³ Pasir	@ Rp	177.000,00	= Rp	92.040,00
1,20	m ³ Batu belah	@ Rp	180.000,00	= Rp	216.000,00
Jumlah 2). = Rp					509.540,00
Jumlah 1) + 2) = Rp					772.910,00

6. Beton dengan mutu K.250 untuk tiap 1 m³ :

Bahan :

6,812	zak PC	@ Rp	62.000,00	= Rp	422.344,00
0,545	m ³ pasir	@ Rp	177.000,00	= Rp	96.465,00
0,817	m ³ kerikil	@ Rp	255.000,00	= Rp	208.335,00
Jumlah = Rp					727.144,00

Upah :

2,00	Oh Pekerja	@ Rp	47.000,00	= Rp	94.000,00
0,35	Oh Tukang Batu	@ Rp	60.500,00	= Rp	21.175,00
0,035	Oh Kepala Tukang	@ Rp	65.000,00	= Rp	2.275,00
0,10	Oh Mandor	@ Rp	76.500,00	= Rp	7.650,00
Jumlah = Rp					125.100,00

Jumlah B + U = Rp **852.244,00**
Dibulatkan = Rp **852.200,00**

b. 1 m² pasang bekisting :

Bahan :

0,35 lbr venolite t = 12 mm

@ Rp 200.000,00 = Rp 70.000,00

0,015 m³ kayu terentang

@ Rp 4.000.000,00 = Rp 60.000,00

0,30 kg paku biasa 2" - 5"

@ Rp 17.000,00 = Rp 5.100,00

0,10 ltr minyak bekisting

@ Rp 22.000,00 = Rp 2.200,00

Jumlah = Rp 137.300,00

Upah :

0,3 Oh Pekerja

@ Rp 47.000,00 = Rp 14.100,00

0,26 Oh Tukang

@ Rp 60.500,00 = Rp 15.730,00

0,026 Oh Kepala Tukang

@ Rp 65.000,00 = Rp 1.690,00

0,005 Oh Mandor

@ Rp 76.500,00 = Rp 382,50

1,000 Unit alat bantu

Ls = Rp 3.500,00

Jumlah Rp 35.402,50

Jumlah B + U Rp **172.702,50**

1 m³ beton menggunakan bekisting :

: 10 m² x Rp 172.702,50 = Rp 1.727.025,00

1 m³ beton K 250 : Rp 852.200 + Rp 1.727.025,00 = Rp 2.579.225,00

Dibulatkan = Rp **2.579.200,00**

7. Besi beton untuk tiap 1 kg :

Bahan :

1,10 kg besi beton U.32

@ Rp 13.750,00 = Rp 15.125,00

0,0204 kg kawat beton

@ Rp 17.000,00 = Rp 346,80

Jumlah = Rp 15.471,80

Upah :

0,025	Oh Pekerja	@ Rp	47.000,00	= Rp	1.175,00
0,025	Oh Tukang Besi	@ Rp	60.500,00	= Rp	1.512,50
0,008	Oh Kepala Tukang	@ Rp	65.000,00	= Rp	520,00
0,0015	Oh Mandor	@ Rp	76.500,00	= Rp	114,75
					<hr/>
Jumlah					= Rp 3.322,25
Jumlah B + U					= Rp 18.794,05
Dibulatkan					= Rp 18.790,00

8. Plesteran termasuk acian / m² campuran 1 Pc : 3 Psr tebal 20 mm

a. Upah Kerja

0,25	Pekerja	@ Rp	47.000,00	= Rp	11.750,00
0,20	Tukang batu	@ Rp	60.500,00	= Rp	12.100,00
0,02	Kepala Tukang	@ Rp	65.000,00	= Rp	1.300,00
0,0125	Mandor	@ Rp	76.500,00	= Rp	956,25
					<hr/>
Jumlah a = Rp					26.106,25

b. Bahan

0,216	zak P.C.	@ Rp	62.000,00	= Rp	13.392,00
0,040	zak P.C Untuk Acian	@ Rp	62.000,00	= Rp	2.480,00
0,026	m ³ Pasir pasang	@ Rp	177.000,00	= Rp	4.602,00
					<hr/>
Jumlah b = Rp					20.474,00
Jumlah a+b = Rp					46.580,25
Dibulatkan = Rp					46.580,00

9. Pasang keramik spesi 1 Pc : 3 Ps

a. Bahan :

1,1	m2 ubin keramik	@ Rp	146.000,00	= Rp	160.600,00
0,284	zak PC	@ Rp	62.000,00	= Rp	17.608,00
0,023	m3 Pasir pasang	@ Rp	177.000,00	= Rp	4.071,00
0,03	zak Semen warna	@ Rp	62.000,00	= Rp	1.860,00
Jumlah a = Rp					184.139,00

b. Upah :

0,62	Oh Pekerja	@ Rp	47.000,00	= Rp	29.140,00
0,35	Oh Tukang Batu	@ Rp	60.500,00	= Rp	21.175,00
0,035	Oh Kepala Tukang	@ Rp	65.000,00	= Rp	2.275,00
0,03	Oh Mandor	@ Rp	76.500,00	= Rp	2.295,00
Jumlah b = Rp					54.885,00

Jumlah a+b = Rp 239.024,00

Dibulatkan = **Rp 239.000,00**

10. Pengecatan Tembok baru (1 lapis plamir, 1 lapis cat dasar, 2 lapis cat penutup)

a. Bahan :

0,1	kg Plamir	@ Rp	13.300,00	= Rp	1.330,00
0,1	kg cat dasar	@ Rp	56.000,00	= Rp	5.600,00
0,26	kg cat penutup 2 kali	@ Rp	95.500,00	= Rp	24.830,00
0,1	lb ampelas	@ Rp	6.800,00	= Rp	680,00
0,02	Bh Kuas	@ Rp	20.000,00	= Rp	400,00
Jumlah a = Rp					32.840,00

b. Upah :

0,07	Oh Pekerja	@ Rp	47.000,00	= Rp	3.290,00
0,105	Oh Tukang Batu	@ Rp	60.500,00	= Rp	6.352,50
0,0105	Oh Kepala Tukang	@ Rp	65.000,00	= Rp	682,50
0,0350	Oh Mandor	@ Rp	76.500,00	= Rp	2.677,50

Jumlah b = Rp 13.002,50

Jumlah a+b = Rp 45.842,50

Dibulatkan = **Rp 45.800,00**

Perhitungan Peron tiap 4 m' dengan ukuran + 0,45 m lebar 2,00 m :

a. Membongkar pas. batu kali (peron lama)	0,260 m ³	@ Rp	274.800,00	= Rp	71.448,00
b. Galian Tanah	3,500 m ³	@ Rp	37.162,50	= Rp	130.068,75
c. Mengangkut tanah keluar site	2,500 m ³	@ Rp	18.570,00	= Rp	46.425,00
d. Urugan pasir di bawah lantai dan pondasi	2,460 m ³	@ Rp	240.400,00	= Rp	591.384,00
e. Pasangan batu kali uk 1 Pc : 4 Psr	3,360 m ³	@ Rp	772.910,00	= Rp	2.596.977,60
f. Beton Sloof uk. 15 cm x 20 cm	0,290 m ³	@ Rp	2.579.200,00	= Rp	747.968,00
g. Memasang besi beton	43,500 kg	@ Rp	18.790,00	= Rp	817.365,00
h. Plesteran	6,000 m ²	@ Rp	46.580,00	= Rp	279.480,00
i. Rabat beton camp 1 pc : 2 Psr : 3 kr	0,800 m ³	@ Rp	852.200,00	= Rp	681.760,00
j. Mengerjakan aspal hotmix t = 3 cm	7,200 m ²	@ Rp	185.939,50	= Rp	1.338.764,40
k. Memasang keramik dinding	1,920 m ²	@ Rp	239.000,00	= Rp	458.880,00
l. Pengecatan	6,000 m ²	@ Rp	45.800,00	= Rp	274.800,00

Jumlah = Rp 8.035.320,75

Untuk tiap 1 m' = Rp 8.035.321 : 4,000 = Rp 2.008.830,19

Dibulatkan = Rp **2.008.800,00**

11. Urugan pasir di bawah pondasi / m³.

0,30	Oh Pekerja	@ Rp	47.000,00	= Rp	14.100,00
0,01	Oh Mandor	@ Rp	76.500,00	= Rp	765,00
1,20	m ³ Pasir	@ Rp	177.000,00	= Rp	212.400,00
Jumlah = Rp					227.265,00

12. Membuat stootbox :

8,712	m ³ Galian tanah	@ Rp	37.162,50	= Rp	323.759,70
20,000	m ² Pasangan batu kali	@ Rp	772.910,00	= Rp	15.458.200,00
42,980	m ³ Plesteran termasuk acian 1 Pc : 3 Ps	@ Rp	46.580,25	= Rp	2.002.019,15
11,030	m ³ Urugan pasir	@ Rp	227.265,00	= Rp	2.506.732,95
Jumlah = Rp					20.290.711,80
Dibulatkan = Rp					20.290.710,00

13. Beton dengan mutu K.300 untuk tiap 1 m³ :

a.) 1m³ beton K.300

Bahan :

8,2	zak Semen PC	@ Rp	62.000,00	= Rp	508.400,00
0,428	m ³ pasir	@ Rp	177.000,00	= Rp	75.756,00
0,587	m ³ kerikil	@ Rp	255.000,00	= Rp	149.685,00
Jumlah B = Rp					733.841,00

Upah :

2,00 Oh Pekerja

0,35 Oh Tukang Batu

0,035 Oh Kepala Tukang

0,10 Oh Mandor

@ Rp 47.000,00 = Rp 94.000,00

@ Rp 60.500,00 = Rp 21.175,00

@ Rp 65.000,00 = Rp 2.275,00

@ Rp 76.500,00 = Rp 7.650,00

Jumlah U = Rp 125.100,00

Jumlah B+U = Rp 858.941,00

b.) 1m² pasang bekisting :

Bahan :

0,35 lbr Venolite t = 12 mm

0,015 m³ kayu terentang

0,30 kg paku biasa 2" - 5"

0,10 ltr minyak bekisting

@ Rp 200.000,00 = Rp 70.000,00

@ Rp 4.000.000,00 = Rp 60.000,00

@ Rp 17.000,00 = Rp 5.100,00

@ Rp 22.000,00 = Rp 2.200,00

Jumlah B = Rp 137.300,00

Upah :

0,3 Oh Pekerja

0,26 Oh Tukang

0,026 Oh Kepala Tukang

0,005 Oh Mandor

1,000 unit alat bantu

@ Rp 47.000,00 = Rp 14.100,00

@ Rp 60.500,00 = Rp 15.730,00

@ Rp 65.000,00 = Rp 1.690,00

@ Rp 76.500,00 = Rp 382,50

Rs = Rp 3.500,00

Jumlah U = Rp 35.402,50

Jumlah B+U = Rp 172.702,50

1 m³ beton menggunakan bekisting :

10 m² x Rp 172.702,50 = Rp 1.727.025,00

1 m³ beton K 300 = Rp 858.941,00 + Rp 1.727.025,00 = Rp 2.585.966,00

Dibulatkan = Rp **2.585.900,00**

14. Besi beton untuk tiap 1 kg :

Bahan :

1,10 kg besi beton U.32

0,0204 kg kawat beton

@ Rp 13.750,00 = Rp 15.125,00

@ Rp 17.000,00 = Rp 346,80

Jumlah = Rp 15.471,80

Upah :

0,025 Oh Pekerja

0,025 Oh Tukang Besi

0,008 Oh Kepala Tukang

0,0015 Oh Mandor

@ Rp 47.000,00 = Rp 1.175,00

@ Rp 60.500,00 = Rp 1.512,50

@ Rp 65.000,00 = Rp 520,00

@ Rp 76.500,00 = Rp 114,75

Jumlah = Rp 3.322,25

Jumlah B + U = Rp 18.794,05

Dibulatkan = Rp **18.790,00**

* Memancang tiang sheet pile untuk tiap 1 m'

Upah :

0,125 Oh Mandor

Sewa Peralatan :

0,30 jam sewa crane 30 ton (min 8 jam)

0,30 jam sewa Hydraulic Phenumatic

1,0 Oh Operator

10,0 liter BBM

@ Rp 76.500,00 = Rp 9.562,50

@ Rp 250.000,00 = Rp 75.000,00

@ Rp 300.000,00 = Rp 90.000,00

@ Rp 77.000,00 = Rp 77.000,00

@ Rp 6.000,00 = Rp 60.000,00

Jumlah = Rp 311.562,50

Dibulatkan = Rp **311.560,00**

memancang sheet pile panjang 6 m = 6 x

311.560,00 = Rp **1.869.360,00**

- e. Melangsir ke posisi

Dibulatkan = Rp **10.782.300,00**

- 4,405 m² mengecat

@ Rp 190.820,00 = Rp 840.562,10

Dibulatkan = Rp **899.400,00**

17. Mengecat :

b. Bahan Cat :

0,180	lt Cat epoxy Resin Zink-Rich	@ Rp	177.500,00	= Rp	31.950,00
0,220	kg Cat Epoxy Resin Based	@ Rp	90.000,00	= Rp	19.800,00
0,125	lt Polyurethane Resin	@ Rp	75.000,00	= Rp	9.375,00
0,060	lt Thineer epoxy	@ Rp	40.300,00	= Rp	2.418,00
0,050	lt thiner plyurethane	@ Rp	44.500,00	= Rp	2.225,00
0,002	unit material bantu	@ Rp	2.000.000,00	= Rp	4.000,00
Jumlah U = Rp					69.768,00

Upah :

0,800	Oh Pekerja	@ Rp	47.000,00	= Rp	37.600,00
1,200	Oh Tukang Besi	@ Rp	60.500,00	= Rp	72.600,00
0,120	Oh Kepala Tukang	@ Rp	65.000,00	= Rp	7.800,00
0,0400	Oh Mandor	@ Rp	76.500,00	= Rp	3.060,00

Jumlah B = Rp 121.060,00

Jumlah U+B = Rp 190.828,00

Dibulatkan = Rp **190.820,00**

18. Membuat dan pasang patok bebas dari rel dan dicor beton

LS = Rp **150.000,00**

19. Membongkar pagar dari rel pondasi pasangan batu kali

LS = Rp **35.000,00**

DAFTAR HARGA SATUAN UPAH, BAHAN DAN ALAT

PEKERJAAN : PEMBANGUNAN JALAN KERETA API UNTUK JALUR GANDA

LOKASI : KM 159+600 S.D KM 161+000 SEPANJANG 1,400 KM²SP

LINTAS BOJONEGORO - SURABAYA PASARTURI

NO	JENIS	PER SATUAN	HARGA
	UPAH		
1	Pengawas pekerjaan las	oh	120.000,00
2	Pengawas pekerjaan las elektroda	oh	105.000,00
3	Mandor	oh	76.500,00
4	Kepala Tukang	oh	65.000,00
5	Kepala Tukang Batu	oh	65.000,00
6	Kepala Tukang Kayu	oh	65.000,00
7	Kepala Tukang Besi	oh	65.000,00
8	Kepala Tukang Cat	oh	57.000,00
9	Tukang	oh	60.500,00
10	Tukang Batu	oh	60.500,00
11	Tukang Kayu	oh	60.500,00
12	Tukang cat	oh	52.000,00
13	Tukang Las	oh	105.000,00
14	Tukang Las Elektroda	oh	84.000,00
15	Tukang Besi	oh	60.500,00
16	Tukang Bongkar	oh	50.500,00
17	Tukang Gerinda	oh	60.500,00
18	Teknisi	oh	50.500,00
19	Tukang anyaman	oh	50.500,00
20	Tukang masak aspal	oh	50.500,00
21	Pembantu tukang	oh	50.000,00
22	Pembantu tukang las	oh	42.000,00
23	Juru ukur (optik)	oh	120.000,00
24	Pembantu Juru ukur (optik)	oh	47.000,00
25	Pekerja	oh	47.000,00
26	Operator mesin	oh	77.000,00
27	Pembantu operator	oh	44.000,00
28	Surveyor Geodesi	oh	150.000,00
29	Asisten surveyor geodesi	oh	77.000,00
30	Sopir	oh	37.000,00
31	Masinis	oh	65.000,00
32	Pembantu Masinis	oh	60.500,00
	BAHAN DAN ALAT		
1	Acetylin	m3	115.500,00
2	angkur dia 12-350 mm	bh	13.000,00
3	Apron	m3	140.000,00
4	Amplas	m3	6.800,00
5	Aspal panas	Kg	9.000,00
6	Balas kricak uk.2x6	m3	180.000,00
7	Balas split	m3	204.750,00
8	Balas Pasir	m3	177.100,00
9	Bahan Las Thermit	set	1.300.000,00

NO	JENIS	PER SATUAN	HARGA
10	Bahan bakar	liter	7.000,00
11	Bantalan kayu uk. 18 x 22 x 200	batang	997.000,00
12	Bantalan kayu uk. 20 x 22 x 200	batang	1.000.000,00
13	Bambu	batang	19.400,00
14	Batu belah / kali	m3	180.000,00
15	Batu pecah mesin 3/5 cm dan 4/6 cm	m3	165.000,00
16	Batu pecah 5/7	m3	159.600,00
17	Batu Koral	m3	200.000,00
18	Batu gerinda profil	buah	125.000,00
19	Batu gerinda profil besar	buah	140.000,00
20	Batu gerinda tangan	buah	27.500,00
21	Batu Gerinda Tangan Besar	buah	35.000,00
22	Baut kopel dia 19 - 800 mm	buah	36.750,00
23	Base Plate	buah	156.000,00
24	Baut mur	kg	31.000,00
25	Baja WF 200.200.8.12	m	624.000,00
26	Baja WF 150.150.7.10	m	394.000,00
27	Begel rel bendel dia 19 mm	set	94.500,00
28	Begel glugu	set	55.600,00
29	Bendrat	kg	17.000,00
30	Bensin	liter	6.000,00
31	Bensin campur	liter	7.500,00
32	Besi beton U24	kg	13.500,00
33	Besi beton U32	kg	13.750,00
34	Besi Kanal	kg	14.200,00
35	Blender pemanas	set	1.430.000,00
36	Baut sindik bantalan jembatan	buah	51.000,00
37	Baut bantalan dia 19 pj. 270 mm	buah	33.600,00
38	Baut klos termasuk ring	buah	60.000,00
39	Bor kayu	buah	60.000,00
40	Bor Besi Standar	buah	530.000,00
41	Cat dasar	kg	56.000,00
42	Cat kayu	kg	35.200,00
43	Cat Besi	kg	56.000,00
44	Cat Penutup 2 x	kg	95.500,00
45	Cat tembok	kg	56.000,00
46	Dempul	kg	22.500,00
47	Dolken	btg	61.000,00
48	Dongkrak alighmentbeam	buah	3.500.000,00
49	Epoxy / bahan grouting	kg	7.150,00
50	Elektroda untuk layer	set	120.000,00
51	Elektroda untuk pengelasan	btg	238.000,00
52	Elpiji	tabung	88.000,00
53	Gebalan rumput	m2	5.000,00
54	Gergaji besi standar	buah	80.000,00
55	Geotektile	m2	32.000,00
56	Gemuk	kg	56.700,00
57	Jendela kaca / ram	set	140.000,00
58	Kain lap	lembar	7.000,00
59	Kacamata Las	buah	14.000,00
60	Kawat galvanis	kg	22.000,00
61	kawat diameter 5 mm (pengikat)	buah	20.000,00

NO	JENIS	PER SATUAN	HARGA
62	Kawat pral / ikat	m3	24.000,00
63	Kawat las elektroda RB	m3	50.000,00
64	Kawat baja / bendrat	kg	17.000,00
65	kayu klas III	m3	4.000.000,00
66	Kayu bakar	pk1	165.000,00
67	kayu ganjal dan kawat ikat pengamananan	buah	37.500,00
68	Kayu terentang	m3	4.000.000,00
69	Kayu papan terentang	m3	1.580.000,00
70	Kerikil	m3	255.000,00
71	Kikir segi empat uk. 1,5"	buah	30.000,00
72	Klos baja tuang	buah	321.500,00
73	Kunci baut lasplat	buah	95.000,00
74	Kunci Inggris 12"	buah	65.000,00
75	Kunci ring / pas	buah	73.000,00
76	Kunci tirepond	buah	75.000,00
77	Kuas uk. 3"	buah	20.000,00
78	Lampu semboyan	buah	178.000,00
79	Minyak tanah	liter	5.000,00
80	Minyak Begisting	liter	22.000,00
81	Mistar pelurus rel	buah	360.000,00
82	Multiplek plywood tebal 12 mm	lembar	170.000,00
83	Multiplek venolitte tebal 12 mm	lembar	200.000,00
84	Masker Las	buah	135.000,00
85	Oksigen	tabung	67.000,00
86	Olie SAE 40	liter	25.000,00
87	Olie Meditran 40	liter	32.000,00
88	Pahat Bobok	buah	11.000,00
89	Pahat Ganjal	buah	88.000,00
90	Paku	kg	17.000,00
91	Paku seng	kg	27.000,00
92	Paku TN	buah	40.000,00
93	Palu Bobok	buah	46.200,00
94	Palu 4 kg	buah	53.000,00
95	Palu Konde 1 kg	buah	14.000,00
96	Palu ktrek	unit	62.500,00
97	Pandrol	buah	45.000,00
98	Pasak	buah	40.000,00
99	Pasir	m3	132.500,00
100	Pasir pasang	m3	177.000,00
101	Pasir beton	m3	177.000,00
102	Pasir urug	m3	177.000,00
103	Paselin	kg	5.200,00
104	Pengamananan Operasional	unit	11.000,00
105	Pintu panel lengkap dgn kunci tanam	unit	500.000,00
106	Pipa PVC dia 2"	btg	107.000,00
107	Pipa galvanis dia 2'	btg	325.000,00
108	Plamir	kg	13.300,00
109	Plat Bordes t = 2.6 mm	lbr	330.000,00
110	Regulator acetylin	set	440.000,00
111	Regulator elpiji	buah	440.000,00
112	Regulator oksigen	buah	460.000,00
113	Sarung tangan panjang	buah	16.000,00

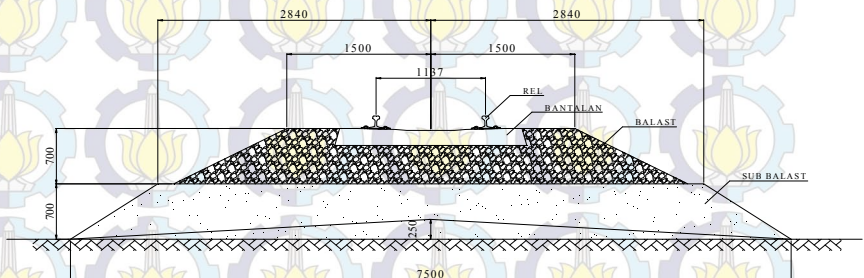
NO	JENIS	PER SATUAN	HARGA
114	Sekop	buah	35.000,00
115	Semen / PC	zak	62.000,00
116	seng BJLS 30	lembar	90.000,00
117	Sepatu las	buah	66.000,00
118	Sewa Buldozer	jam	190.000,00
119	Sewa Dumptruck kapasitas 10 T	jam	125.000,00
120	Sewa Dumptruck kapasitas 5 T	jam	65.000,00
121	Sewa Motor grider	jam	275.000,00
122	Sewa Truck Tangki Air	jam	250.000,00
123	Sewa Vibrator Roller	jam	135.000,00
124	Sewa Excavator	jam	130.000,00
125	Sewa Crane 30 Ton	jam	250.000,00
126	Sewa Hydraulic Pneumatic	jam	300.000,00
127	Sewa Wals	jam	170.000,00
129	Sewa Mesin gerinda MP 12	hari	170.000,00
130	Sewa mesin gerinda profil	hari	60.000,00
131	Sewa Mesin gerinda tangan	hari	80.000,00
132	Sewa mesin las 400 AMP	hari	115.000,00
133	Sewa mesin lier 2 ton	hari	90.000,00
134	Sewa Mesin Weld Sher (manual)	hari	170.500,00
135	Seawa Theodholi	hari	150.000,00
136	Sewa Rollers	hari	7.500,00
137	Sikat baja	buah	12.000,00
138	Sirtu	m3	100.000,00
139	Sheet pile CSP W325A	m'	85.000,00
140	Solar	liter	6.000,00
141	Sterofoam	lbr	50.000,00
142	Spring Clip	buah	79.000,00
143	Tabung OXigen 12 kg	buah	86.000,00
144	Tabung OXigen Besar	buah	120.000,00
145	Tabung Elpiji Besar	buah	120.000,00
146	Tambang manila dia 19 mm	kg	50.000,00
147	Tabung Acytelin	buah	120.000,00
148	Tangkai palu	buah	5.500,00
149	tenda plastik	lembar	30.000,00
150	Tenda Berjalan	lembar	700.000,00
151	Transportasi	Unit	60.000,00
152	triplek tebal 4 mm	lembar	75.000,00
153	Ter	liter	10.000,00
154	Ubin keramik	m2	146.000,00
155	u ditch beton	bh	650.000,00
156	It Cat epoxy Resin Zink-Rich	liter	177.500,00
157	kg Cat Epoxy Resin Based	kg	90.000,00
158	It Polyurethane Resin	liter	75.000,00
159	It Thineer epoxy	liter	40.300,00
160	It thiner plyurethane	liter	44.500,00
161	unit material bantu	unit	2.000.000,00
162	Venolite t = 12 mm	lembar	200.000,00
163	Zat asam	liter	90.000,00

BAB VI

6. 1. Kesimpulan

Berdasarkan analisis perhitungan perencanaan ulang jalan kereta api jalur rel ganda Bojonegoro – Surabaya km 159+600 sampai dengan km 161+000 dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan kecepatan rencana sebesar 100 km/jam dan kelas jalan III serta kontrol tegangan rel yang digunakan, maka rel yang dipakai di jalur ini adalah rel type R54.
2. Bantalan yang digunakan pada jalur kereta api ini adalah bantalan beton yang dipasang dengan jarak 60 cm. Jenis penambat yang digunakan adalah penambat jenis EG (Elastis Ganda).
3. Karena jalur rel ganda ini menyambung dengan jalur lama di Sepur 2 maka wesel yang dipakai pada jalur kereta api ini adalah jenis wesel dengan type Wesel biasa kiri dan Wesel biasa kanan
4. Ukuran dari penampang melintang dari konstruksi jalan kereta api ini sesuai dengan gambar berikut



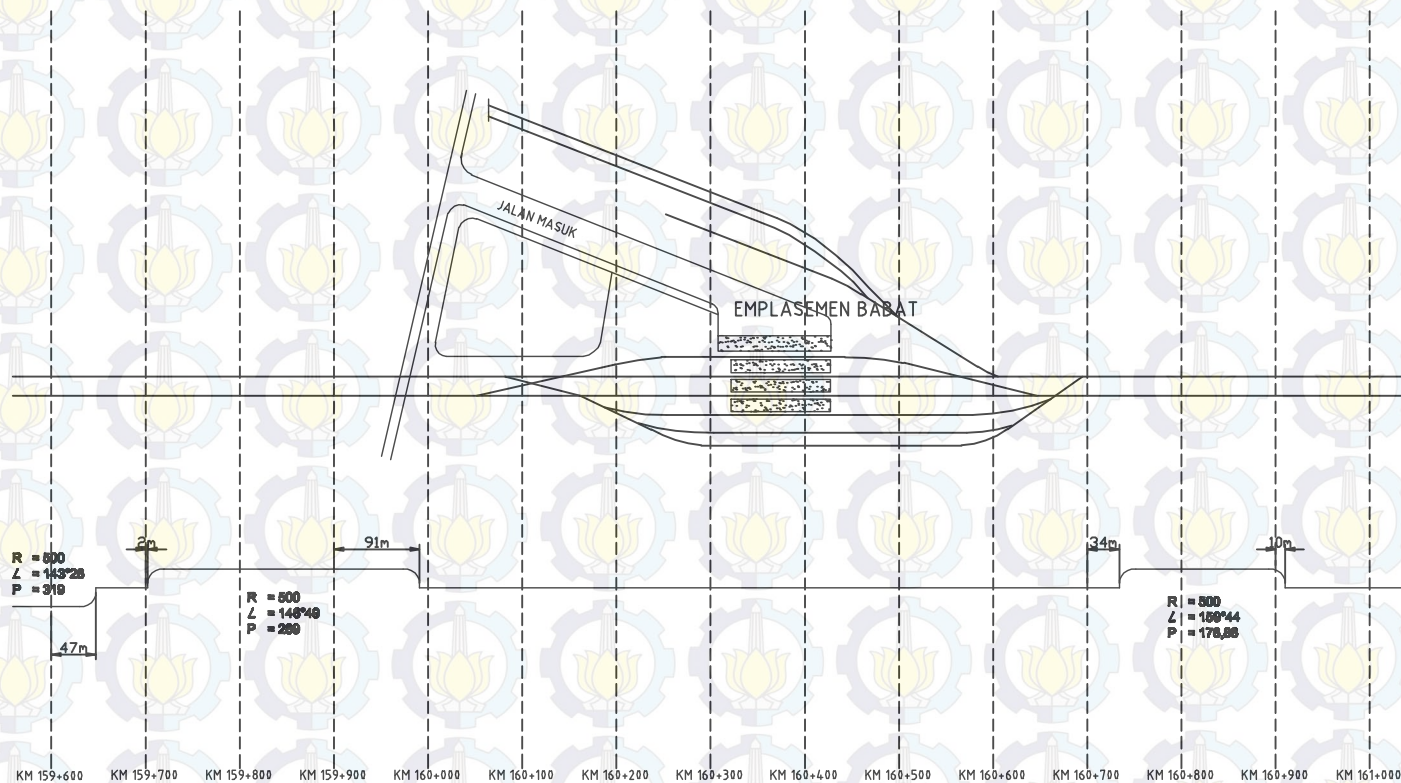
5. Pada kontrol stabilitas tanah didapat angka keamanan yang kurang dari faktor keamanan yang diijinkan sehingga perlu adanya perbaikan permukaan tanahnya dengan cara mengupas tanah asli sedalam 60 cm dan diganti dengan urugan sirtu sehingga setelah dikontrol ulang didapat nilai faktor keamanan sebesar $4,496 > 3,000$ dari faktor keamanan yang diijinkan
6. Rencana anggaran biaya untuk pekerjaan pembangunan jalan kereta api jalur rel ganda Bojonegoro – Surabaya km 159+600 sampai dengan km 161+000 sebesar Rp 4.838.130.000 (empat milyar delapan ratus tiga puluh delapan juta seratus tiga puluh ribu rupiah)

DAFTAR PUSTAKA

1. Perusahaan Jawatan Kereta api. 1986 . **Perencanaan Konstruksi Jalan Rel (Peraturan Dinas No. 10) .** Jakarta : Perusahaan Jawatan Kereta api
2. Utomo, S.H.T. 2009. **Jalan Rel.** Perum FT-UGM No 3 Seturan Caturtunggal Depok Sleman Yogyakarta : Beta Offset Yogyakarta.
3. Rosyidi, S.A.P. 2012. **Modul Kuliah Jalan Kereta Api UMY.**
Download <http://atmaja.staff.umy.ac.id/on-line-sources/ceg-611-transportation-infrastructure-engineering/diktat-ajar-rekayasa-struktur-jalan-rel/>

DAFTAR ISI

1. LONG SECTION	1 : 7500	22. POT MELINTANG KM 160+150	1 : 150
2. DETAIL POTONGAN MELINTANG	1 : 150	23. POT MELINTANG KM 160+200	1 : 300
3. POT MELINTANG KM 159+600	1 : 150	24. POT MELINTANG KM 160+250	1 : 300
4. POT MELINTANG KM 159+625	1 : 150	25. POT MELINTANG KM 160+300	1 : 300
5. POT MELINTANG KM 159+650	1 : 150	26. POT MELINTANG KM 160+350	1 : 300
6. POT MELINTANG KM 159+675	1 : 150	27. POT MELINTANG KM 160+400	1 : 300
7. POT MELINTANG KM 159+700	1 : 150	28. POT MELINTANG KM 160+450	1 : 300
8. POT MELINTANG KM 159+725	1 : 150	29. POT MELINTANG KM 160+500	1 : 300
9. POT MELINTANG KM 159+750	1 : 150	30. POT MELINTANG KM 160+550	1 : 300
10. POT MELINTANG KM 159+775	1 : 150	31. POT MELINTANG KM 160+600	1 : 300
11. POT MELINTANG KM 159+800	1 : 150	32. POT MELINTANG KM 160+650	1 : 150
12. POT MELINTANG KM 159+825	1 : 150	33. POT MELINTANG KM 160+700	1 : 150
13. POT MELINTANG KM 159+850	1 : 150	34. POT MELINTANG KM 160+725	1 : 150
14. POT MELINTANG KM 159+875	1 : 150	35. POT MELINTANG KM 160+750	1 : 150
15. POT MELINTANG KM 159+900	1 : 150	36. POT MELINTANG KM 160+775	1 : 150
16. POT MELINTANG KM 159+925	1 : 150	37. POT MELINTANG KM 160+800	1 : 150
17. POT MELINTANG KM 159+950	1 : 150	38. POT MELINTANG KM 160+825	1 : 150
18. POT MELINTANG KM 159+975	1 : 150	39. POT MELINTANG KM 160+850	1 : 150
19. POT MELINTANG KM 160+000	1 : 150	40. POT MELINTANG KM 160+875	1 : 150
20. POT MELINTANG KM 160+050	1 : 150	41. POT MELINTANG KM 160+900	1 : 150
21. POT MELINTANG KM 160+100	1 : 150	42. DETAIL WESEL DAN REL	



LAY OUT LOKASI

skala 1 : 7500



JURUSAN BANGUNAN TRANSPORTASI
PROGRAM STUDI DIPLOMA IV TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

JUDUL PROYEK AKHIR

PERENCANAAN ULANG JALAN KERETA API JALUR
REL GANDA DI BOJONEGORO-SURABAYA
KM 159,600 M S/D KM 161,000 M

JUDUL GAMBAR

LONG SECTION

SKALA 1 : 7500

DOSEN PEMBIMBING

Ir. CHOMAEDHI, CES, GBO.
NP : 19800819.190408.1.001

NAMA/NRP MAHASISWA

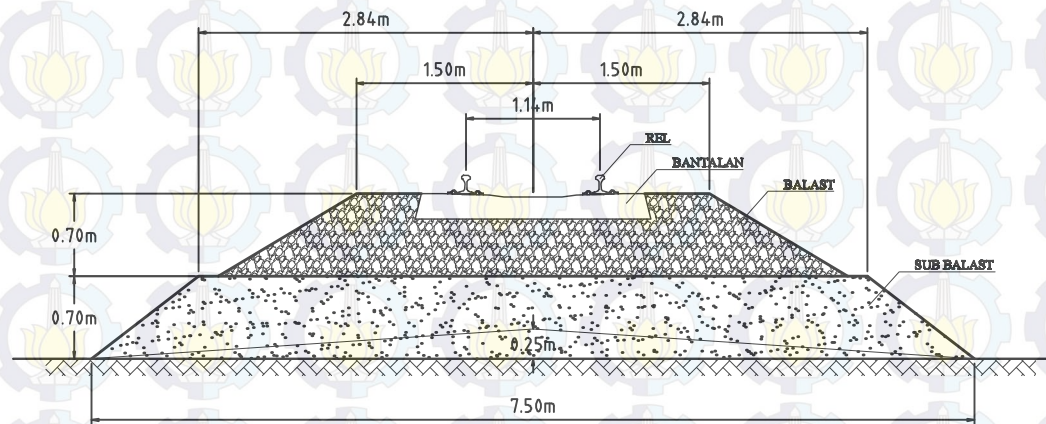
FEBRIANTO NYOTO PUTRO
NRP : 2112 040 008

NO.

01

JML LEMBAR

42



POTONGAN MELINTANG
skala 1 : 60



JURUSAN BANGUNAN TRANSPORTASI
PROGRAM STUDI DIPLOMA IV TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

JUDUL PROYEK AKHIR	JUDUL GAMBAR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA/NRP MAHASISWA	NO.
PERENCANAAN ULANG JALAN KERETA API JALUR REL GANDA DI BOJONEGORO-SURABAYA KM 159,000 M S/D KM 161,000 M	POTONGAN MELINTANG SKALA 1 : 60	Ir. CHOMAEDHI, CES, GBO. NRP : 19800810.1004003.1.001	FEBRIANTO NYOTO PUTRO NRP : 2112 040 000	02
				JML LEMBAR
				42



JURUSAN BANGUNAN TRANSPORTASI
PROGRAM STUDI DIPLOMMA IV TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

JUDUL PROYEK AKHIR

PERENCANAAN ULANG JALAN KERETA API JALUR
REL GANDA DI BOJONEGORO-SURABAYA
KM 159,600 M S/D KM 161,000 M

JUDUL GAMBAR

POT MELINTANG KM 159+600

SKALA 1 : 150

DOSEN PEMBIMBING

Ir. CHOMAEDHI, CES, GEO.
NIP : 19550319.198403.1.001

NAMA/NRP MAHASISWA

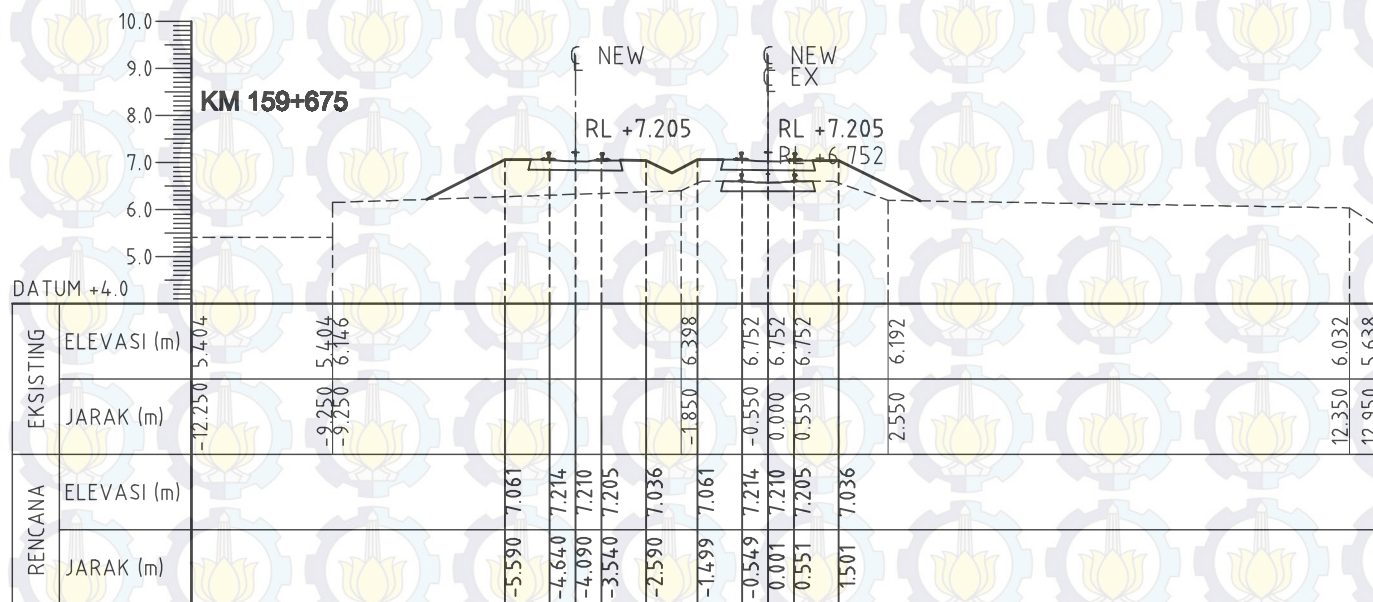
FEBRIANTO NYOTO PUTRO
NRP : 3112 040 608

NO.

03

JML LEMBAR

42



KM 159+675
skala 1 : 150



JURUSAN BANGUNAN TRANSPORTASI
PROGRAM STUDI DIPLOMA IV TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

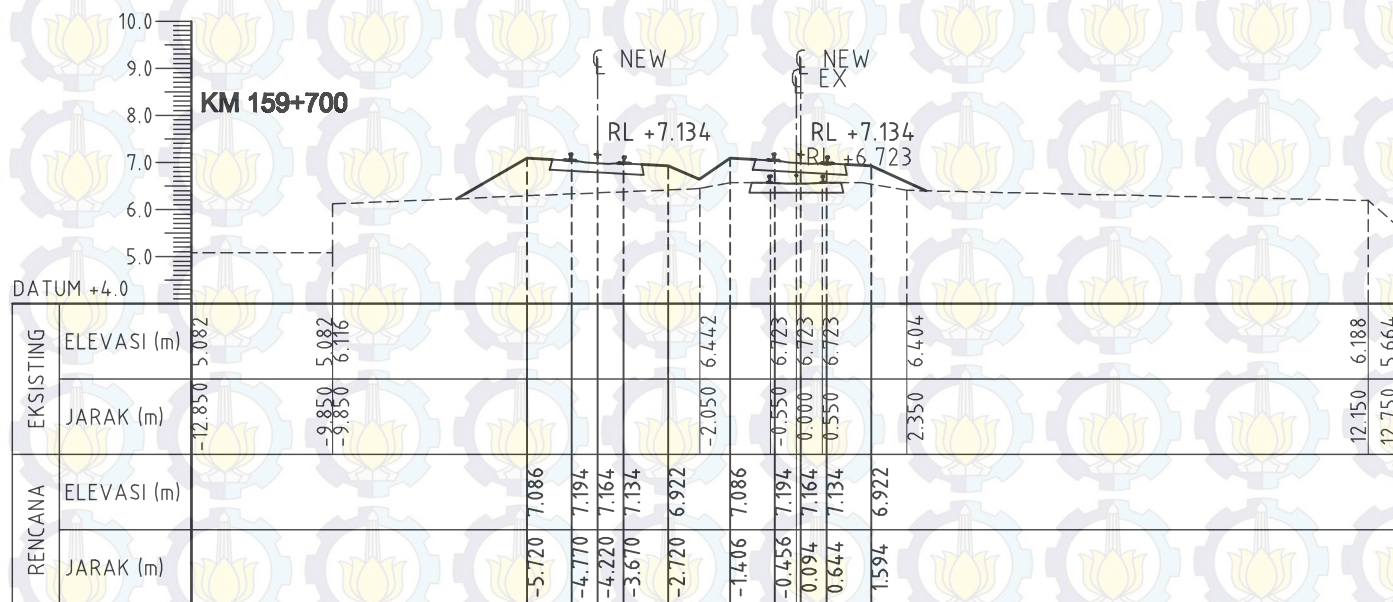
JUDUL PROYEK AKHIR
PERENCANAAN ULANG JALAN KERETA API JALUR
REL GANDA DI BOJONEGORO-SURABAYA
KM 159,000 M S/D KM 161,000 M

JUDUL GAMBAR
POT MELINTANG KM 159+675
SKALA 1 : 150

DOSEN PEMBIMBING
Ir. CHOMAEDHI, CES, GBO.
NIP : 19680819.198403.1.001

NAMA/NRP MAHASISWA
FEBRIANTO NYOTO PUTRO
NRP : 2112 040 008

NO.
06
JML LEMBAR
42



KM 159+700
skala 1 : 150



JURUSAN BANGUNAN TRANSPORTASI
PROGRAM STUDI DIPLOMA IV TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

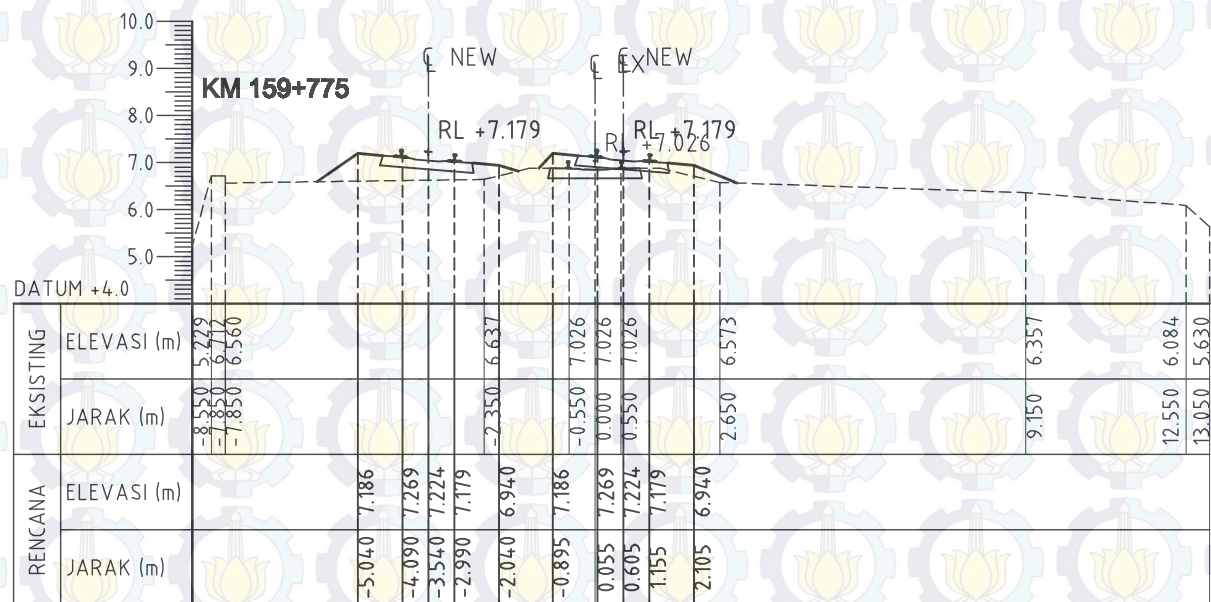
JUDUL PROYEK AKHIR
PERENCANAAN ULANG JALAN KERETA API JALUR
REL GANDA DI BOJONEGORO-SURABAYA
KM 159,000 M S/D KM 161,000 M

JUDUL GAMBAR
POT MELINTANG KM 159+700
SKALA 1 : 150

DOSEN PEMBIMBING
Ir. CHOMAEHDIL CES, GBO.
NIP : 19680819.198403.1.001

NAMA/NRP MAHASISWA
FEBRIANTO NYOTO PUTRO
NRP : 2112 040 008

NO.
07
JML LEMBAR
42



KM 159+775
skala 1 : 150



JURUSAN BANGUNAN TRANSPORTASI
PROGRAM STUDI DIPLOMA IV TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

JUDUL PROYEK AKHIR

PERENCANAAN ULANG JALAN KERETA API JALUR
REL GANDA DI BOJONEGORO-SURABAYA
KM 159,600 M S/D KM 161,000 M

JUDUL GAMBAR

POT MELINTANG KM 159+775

SKALA 1 : 150

DOSEN PEMBIMBING

Ir. CHOMAEDHI, CES, GEO.
NIP : 19550319.198403.1.001

NAMA/NRP MAHASISWA

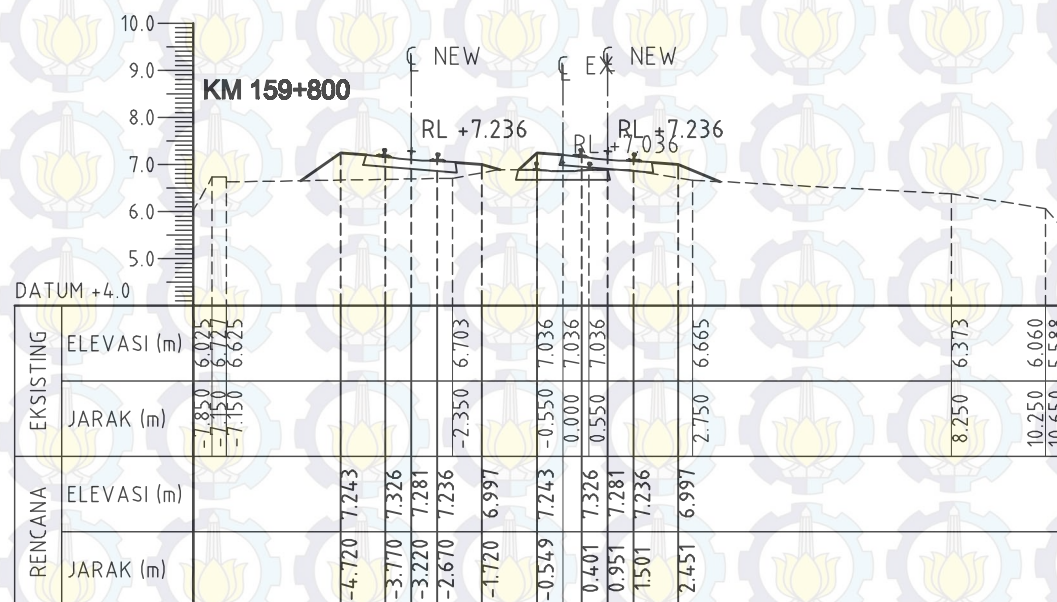
FEBRIANTO NYOTO PUTRO
NRP : 3112 040 608

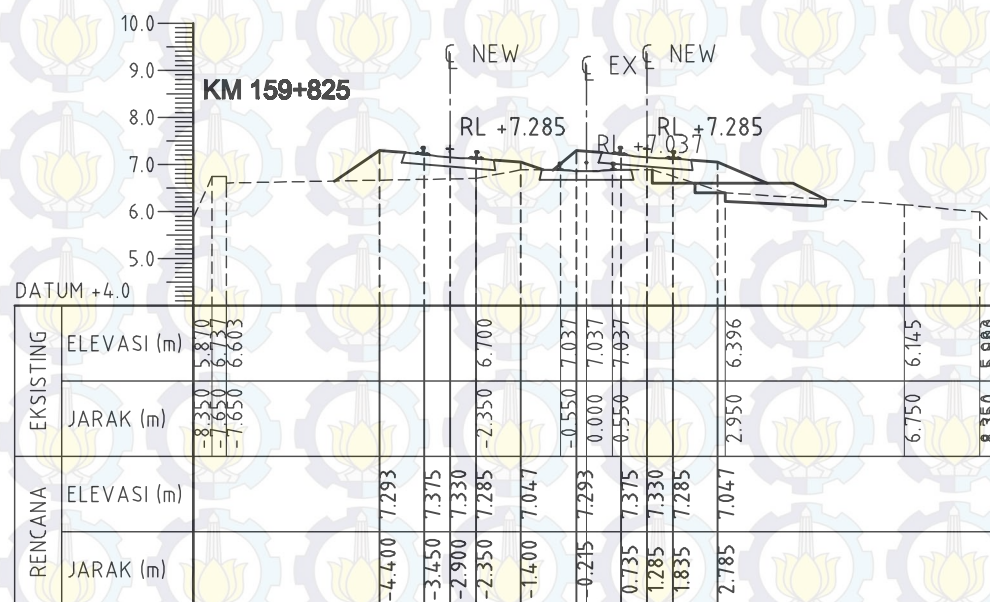
NO.

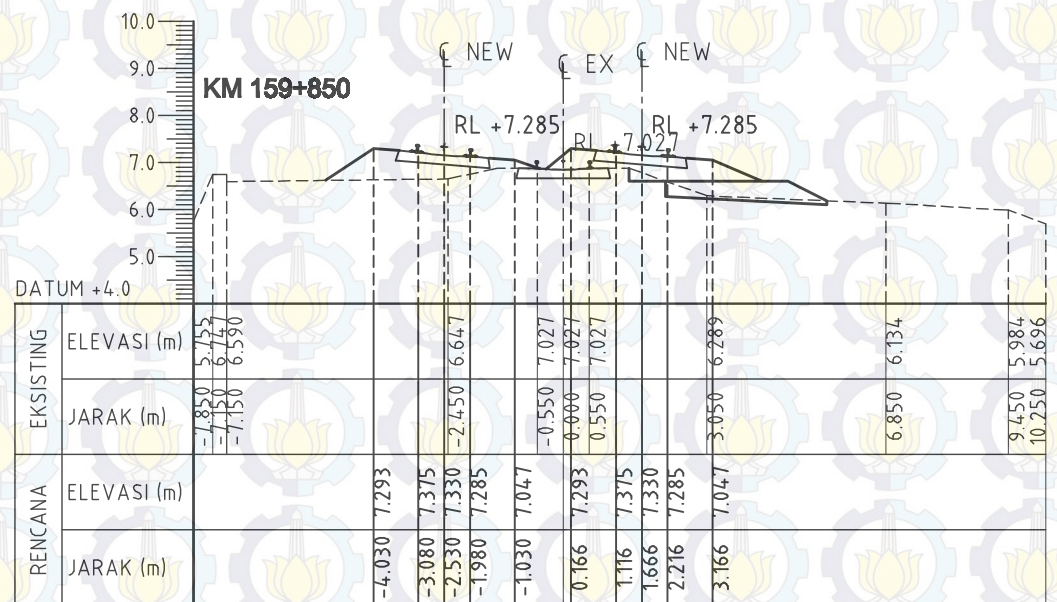
10

JML LEMBAR

42







KM 159+850
skala 1 : 150



JURUSAN BANGUNAN TRANSPORTASI
PROGRAM STUDI DIPLOMA IV TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

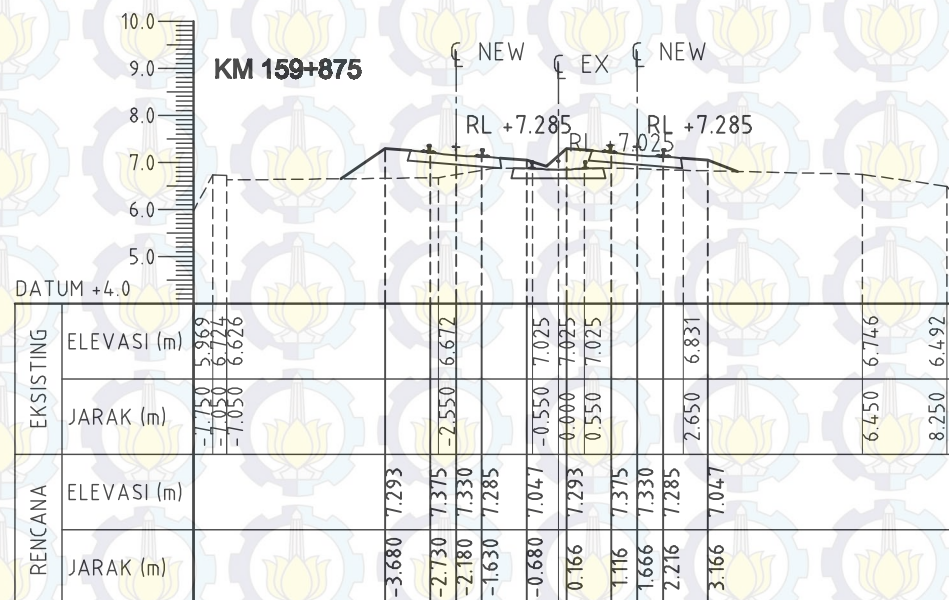
JUDUL PROYEK AKHIR
PERENCANAAN ULANG JALAN KERETA API JALUR
REL GANDA DI BOJONEGORO-SURABAYA
KM 159,600 M S/D KM 161,000 M

JUDUL GAMBAR
POT MELINTANG KM 159+850
SKALA 1 : 150

DOSEN PEMBIMBING
Ir. CHOMAEDHI, CES, GEO.
NIP : 19550319.198403.1.001

NAMA/NRP MAHASISWA
FEBRIANTO NYOTO PUTRO
NRP : 3112 040 608

NO.
13
JML LEMBAR
42



JURUSAN BANGUNAN TRANSPORTASI
PROGRAM STUDI DIPLOMA IV TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

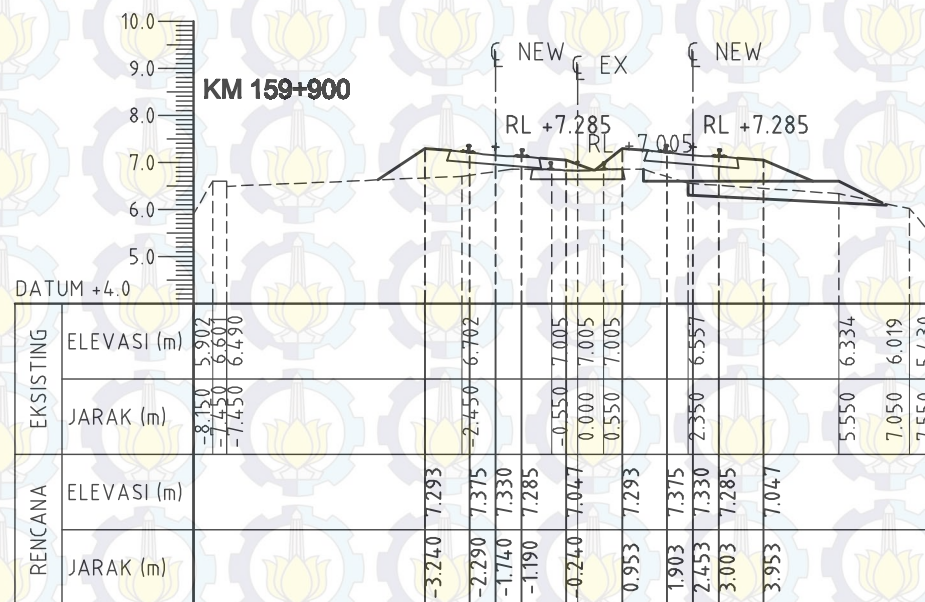
JUDUL PROYEK AKHIR
PERENCANAAN ULANG JALAN KERETA API JALUR
REL GANDA DI BOJONEGORO-SURABAYA
KM 159,600 M S/D KM 161,000 M

JUDUL GAMBAR
POT MELINTANG KM 159+875
SKALA 1 : 150

DOSEN PEMBIMBING
Ir. CHOMAEDHI, CES, GEO.
NIP : 19550319.198403.1.001

NAMA/NRP MAHASISWA
FEBRIANTO NYOTO PUTRO
NRP : 3112 040 608

NO.
14
JML LEMBAR
42



KM 159+900
skala 1 : 150



JURUSAN BANGUNAN TRANSPORTASI
PROGRAM STUDI DIPLOMA IV TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

JUDUL PROYEK AKHIR

PERENCANAAN ULANG JALAN KERETA API JALUR
REL GANDA DI BOJONEGORO-SURABAYA
KM 159,600 M S/D KM 161,000 M

JUDUL GAMBAR

POT MELINTANG KM 159+900 SKALA 1 : 150

DOSEN PEMBIMBING

Ir. CHOMAEDHI, CES, GEO.
NIP : 19550319.198403.1.001

NAMA/NRP MAHASISWA

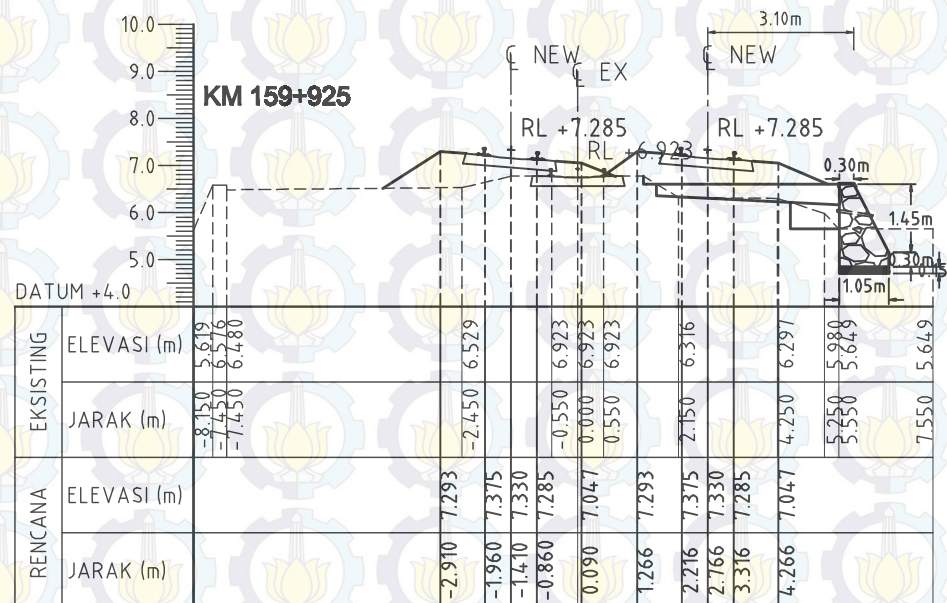
FEBRIANTO NYOTO PUTRO
NRP : 3112 040 608

NO.

15

JML LEMBAR

42



KM 159+925
skala 1 : 150



JURUSAN BANGUNAN TRANSPORTASI
PROGRAM STUDI DIPLOMA IV TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

JUDUL PROYEK AKHIR

PERENCANAAN ULANG JALAN KERETA API JALUR
REL GANDA DI BOJONEGORO-SURABAYA
KM 159,600 M S/D KM 161,000 M

JUDUL GAMBAR

POT MELINTANG KM 159+925 SKALA 1 : 150

DOSEN PEMBIMBING

Ir. CHOMAEDHI, CES, GEO.
NIP : 19550319.198403.1.001

NAMA/NRP MAHASISWA

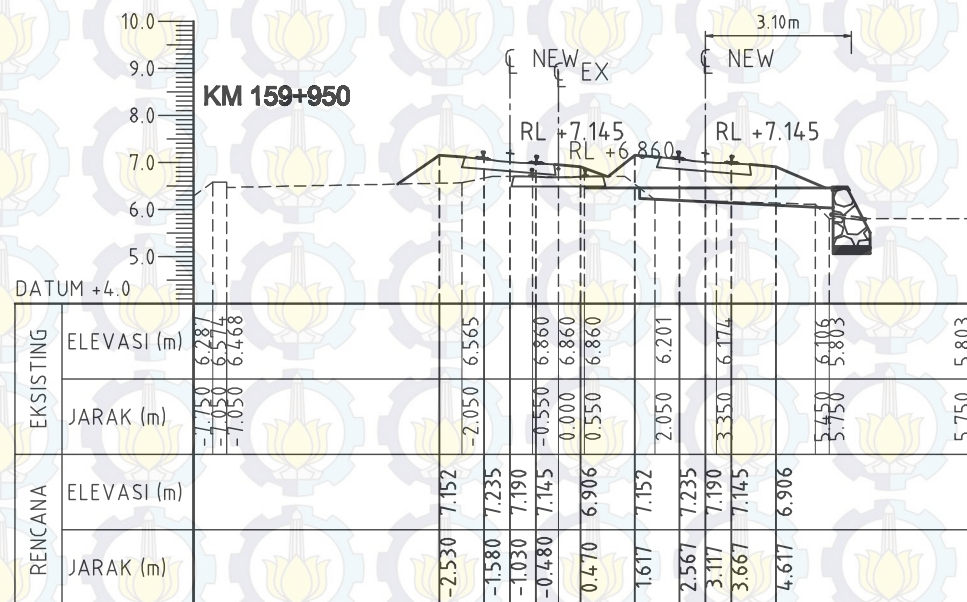
FEBRIANTO NYOTO PUTRO
NRP : 3112 040 608

NO.

16

JML LEMBAR

42



KM 159+950
skala 1 : 150



JURUSAN BANGUNAN TRANSPORTASI
PROGRAM STUDI DIPLOMA IV TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

JUDUL PROYEK AKHIR

PERENCANAAN ULANG JALAN KERETA API JALUR
REL GANDA DI BOJONEGORO-SURABAYA
KM 159,600 M S/D KM 161,000 M

JUDUL GAMBAR

POT MELINTANG KM 159+950 SKALA 1 : 150

DOSEN PEMBIMBING

Ir. CHOMAEDHI, CES, GEO.
NIP : 19550319.198403.1.001

NAMA/NRP MAHASISWA

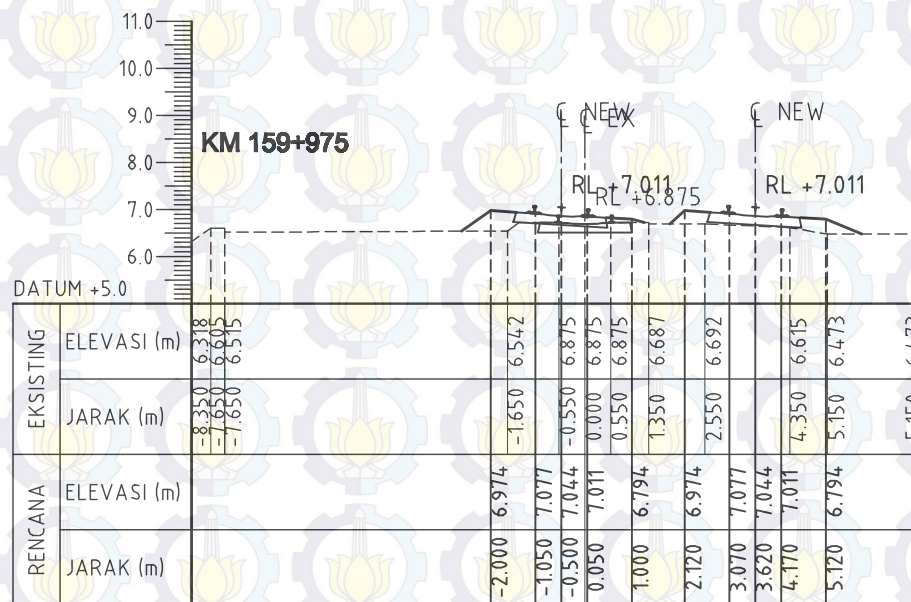
FEBRIANTO NYOTO PUTRO
NRP : 3112 040 608

NO.

17

JML LEMBAR

42



KM 159+975
skala 1 : 150



JURUSAN BANGUNAN TRANSPORTASI
PROGRAM STUDI DIPLOMA IV TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

JUDUL PROYEK AKHIR
PERENCANAAN ULANG JALAN KERETA API JALUR
REL GANDA DI BOJONEGORO-SURABAYA
KM 159,600 M S/D KM 161,000 M

JUDUL GAMBAR
POT MELINTANG KM 159+975
SKALA 1 : 150

DOSEN PEMBIMBING
Ir. CHOMAEDHI, CES, GEO.
NIP : 19550319.198403.1.001

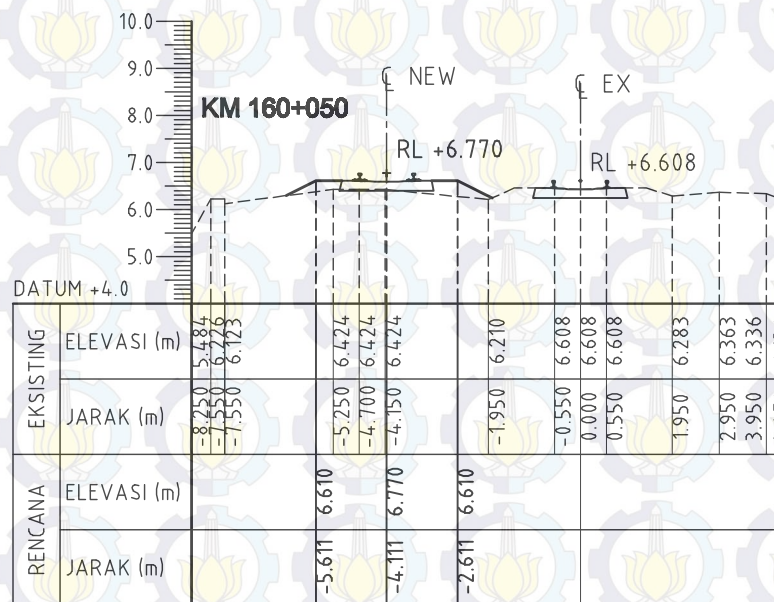
NAMA/NRP MAHASISWA
FEBRIANTO NYOTO PUTRO
NRP : 3112 040 608

NO.

18

JML LEMBAR

42



KM 160+050
skala 1 : 150



JURUSAN BANGUNAN TRANSPORTASI
PROGRAM STUDI DIPLOMA IV TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

JUDUL PROYEK AKHIR

PERENCANAAN ULANG JALAN KERETA API JALUR
REL GANDA DI BOJONEGORO-SURABAYA
KM 159,600 M S/D KM 161,000 M

JUDUL GAMBAR

POT MELINTANG KM 160+050 SKALA 1 : 150

DOSEN PEMBIMBING

Ir. CHOMAEDHI, CES, GEO.
NIP : 19550319.198403.1.001

NAMA/NRP MAHASISWA

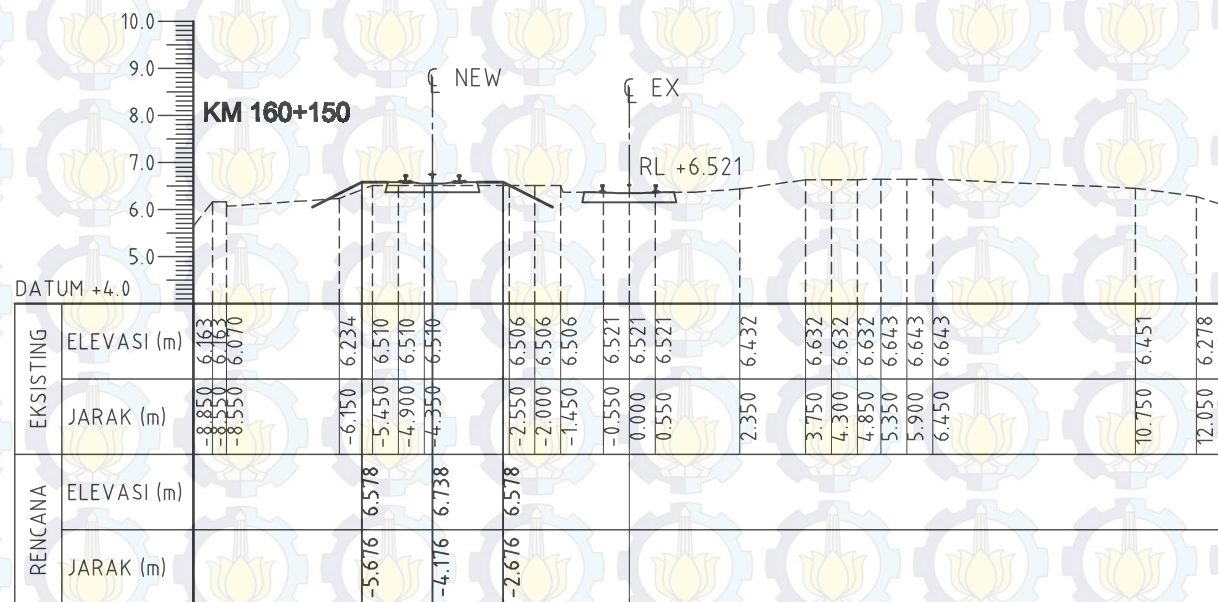
FEBRIANTO NYOTO PUTRO
NRP : 3112 040 608

NO.

20

JML LEMBAR

42



KM 160+150
skala 1 : 150



JURUSAN BANGUNAN TRANSPORTASI
PROGRAM STUDI DIPLOMA IV TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

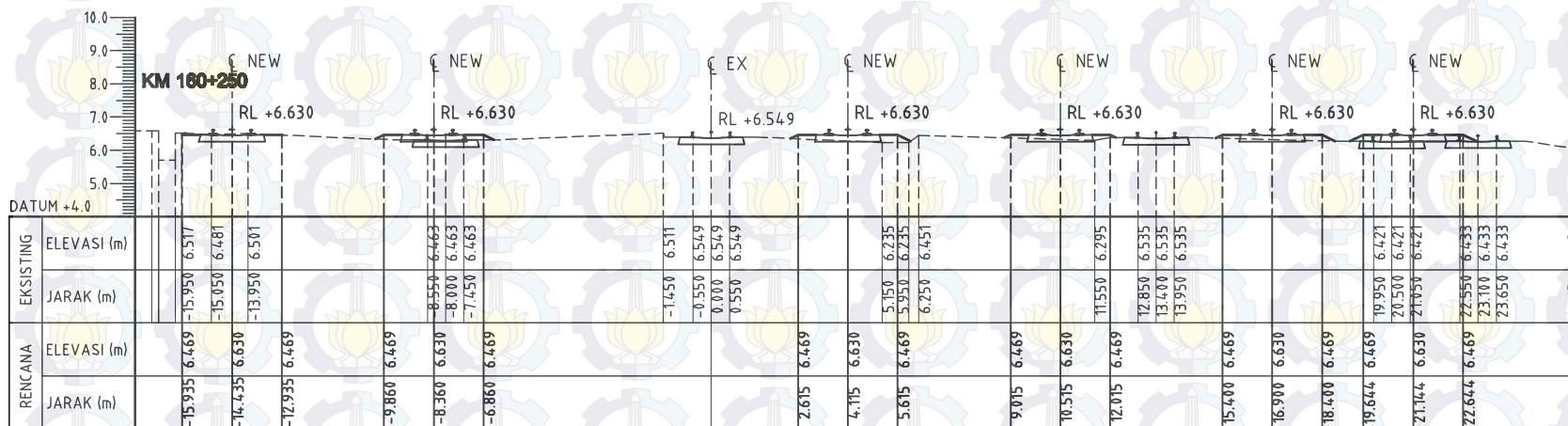
JUDUL PROYEK AKHIR
PERENCANAAN ULANG JALAN KERETA API JALUR
REL GANDA DI BOJONEGORO-SURABAYA
KM 159,600 M S/D KM 161,000 M

JUDUL GAMBAR
POT MELINTANG KM 160+150
SKALA 1 : 150

DOSEN PEMBIMBING
Ir. CHOMAEDHI, CES, GEO.
NIP : 19550319.198403.1.001

NAMA/NRP MAHASISWA
FEBRIANTO NYOTO PUTRO
NRP : 3112 040 608

NO.
22
JML LEMBAR
42



KM 160+250
skala 1 : 300



JURUSAN BANGUNAN TRANSPORTASI
PROGRAM STUDI DIPLOMA IV TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

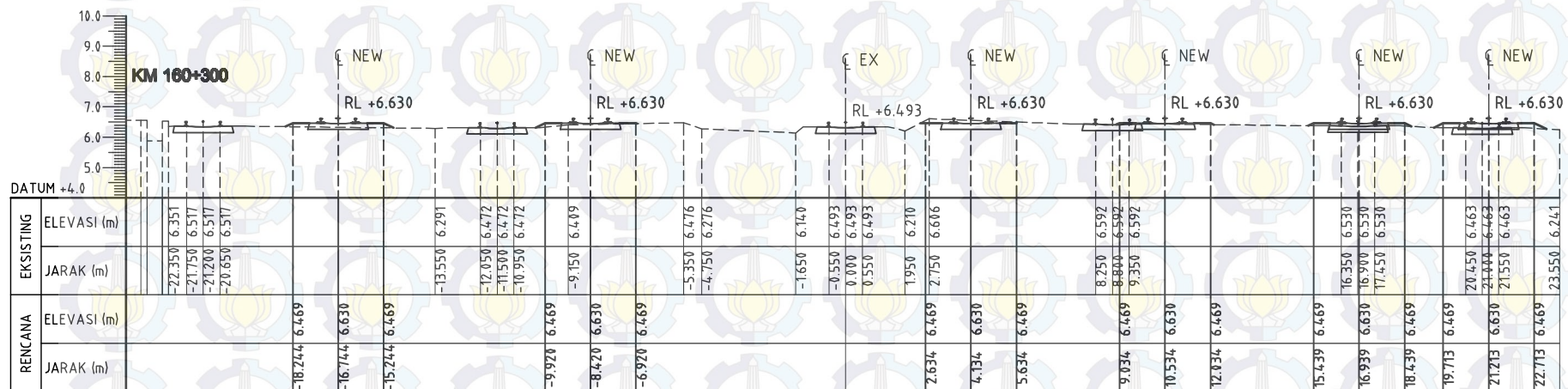
JUDUL PROYEK AKHIR
PERENCANAAN ULANG JALAN KERETA API JALUR
REL GANDA DI BOJONEGORO-SURABAYA
KM 159,600 M S/D KM 161,000 M

JUDUL GAMBAR
POT MELINTANG KM 160+250
SKALA 1 : 300

DOSEN PEMBIMBING
Ir. CHOMAEDHI, CES, GEO.
NIP : 19550319.198403.1.001

NAMA/NRP MAHASISWA
FEBRIANTO NYOTO PUTRO
NRP : 3112 040 608

NO.
24
JML. LEMBAR
42



KM 160+300
skala 1 : 300



JURUSAN BANGUNAN TRANSPORTASI
PROGRAM STUDI DIPLOMA IV TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

JUDUL PROYEK AKHIR

PERENCANAAN ULANG JALAN KERETA API JALUR
REL GANDA DI BOJONEGORO-SURABAYA
KM 159,600 M S/D KM 161,000 M

JUDUL GAMBAR

POT MELINTANG KM 160+300 SKALA 1 : 300

DOSEN PEMBIMBING

Ir. CHOMAEDHI, CES, GEO.
NIP : 19550319.198403.1.001

NAMA/NRP MAHASISWA

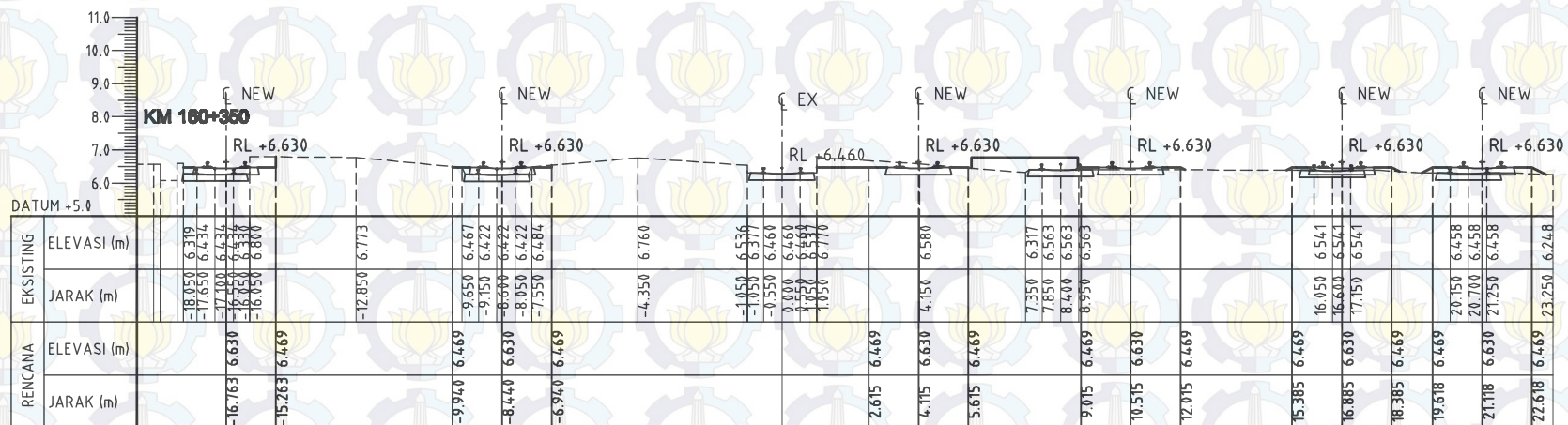
FEBRIANTO NYOTO PUTRO
NRP : 3112 040 608

NO.

25

JML LEMBAR

42

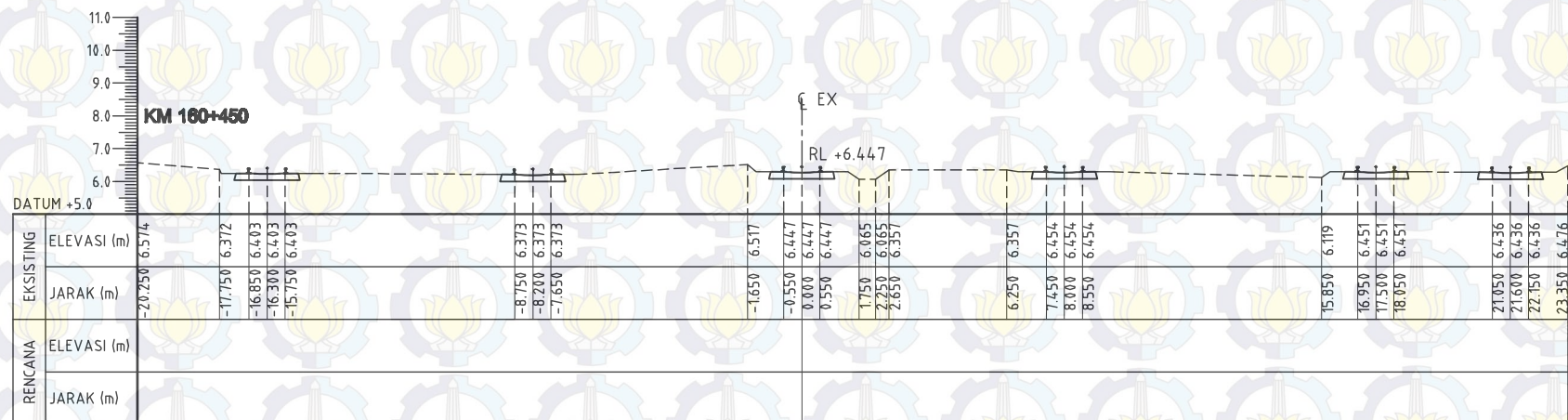


KM 160+350
 skala 1 : 300



JURUSAN BANGUNAN TRANSPORTASI
PROGRAM STUDI DIPLOMA IV TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

JUDUL PROYEK AKHIR	JUDUL GAMBAR	DOSEN PEMBIMBING	NAMA/NRP MAHASISWA	NO.
PERENCANAAN ULANG JALAN KERETA API JALUR REL GANDA DI BOJONEGORO-SURABAYA KM 159,600 M S/D KM 161,000 M	POT MELINTANG KM 160+350 SKALA 1 : 300	Ir. CHOMAEDHI, CES, GEO. NIP : 19550319.198403.1.001	FEBRIANTO NYOTO PUTRO NRP : 3112 040 608	26
				JML LEMBAR
				42



KM 160+450
skala 1 : 300



JURUSAN BANGUNAN TRANSPORTASI
PROGRAM STUDI DIPLOMA IV TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

JUDUL PROYEK AKHIR

PERENCANAAN ULANG JALAN KERETA API JALUR
REL GANDA DI BOJONEGORO-SURABAYA
KM 159,600 M S/D KM 161,000 M

JUDUL GAMBAR

POT MELINTANG KM 160+450

SKALA 1 : 300

DOSEN PEMBIMBING

Ir. CHOMAEDHI, CES, GEO.
NIP : 19550319.198403.1.001

NAMA/NRP MAHASISWA

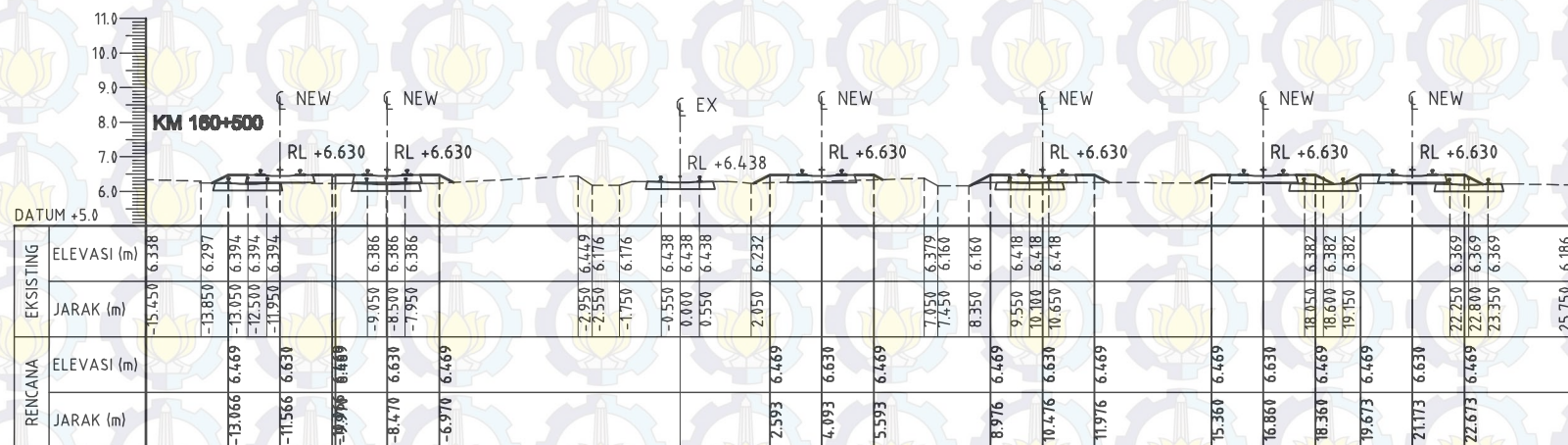
FEBRIANTO NYOTO PUTRO
NRP : 3112 040 608

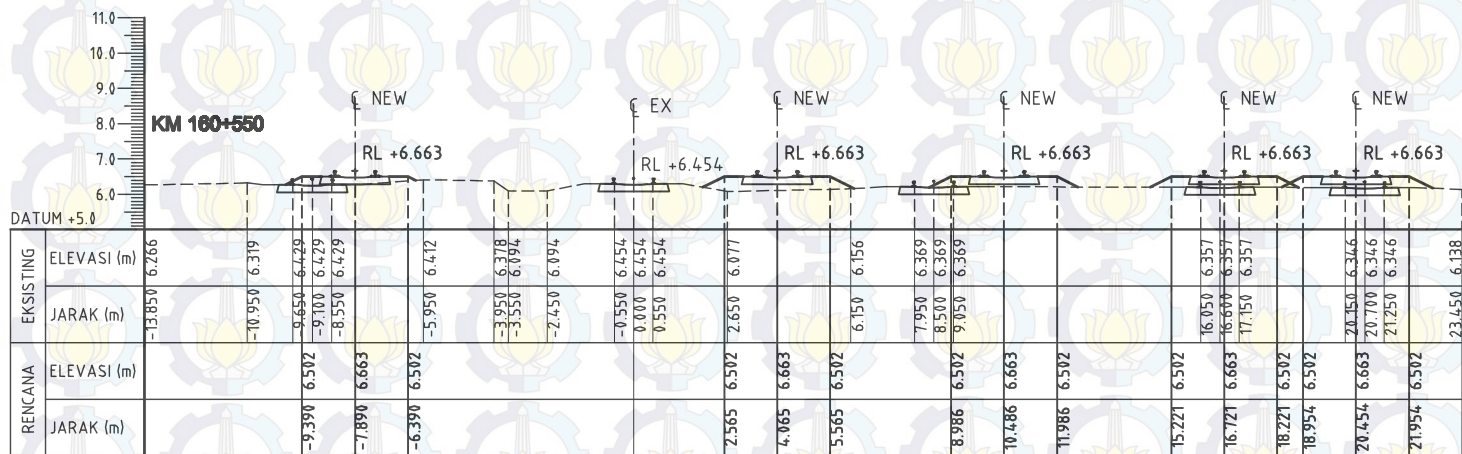
NO.

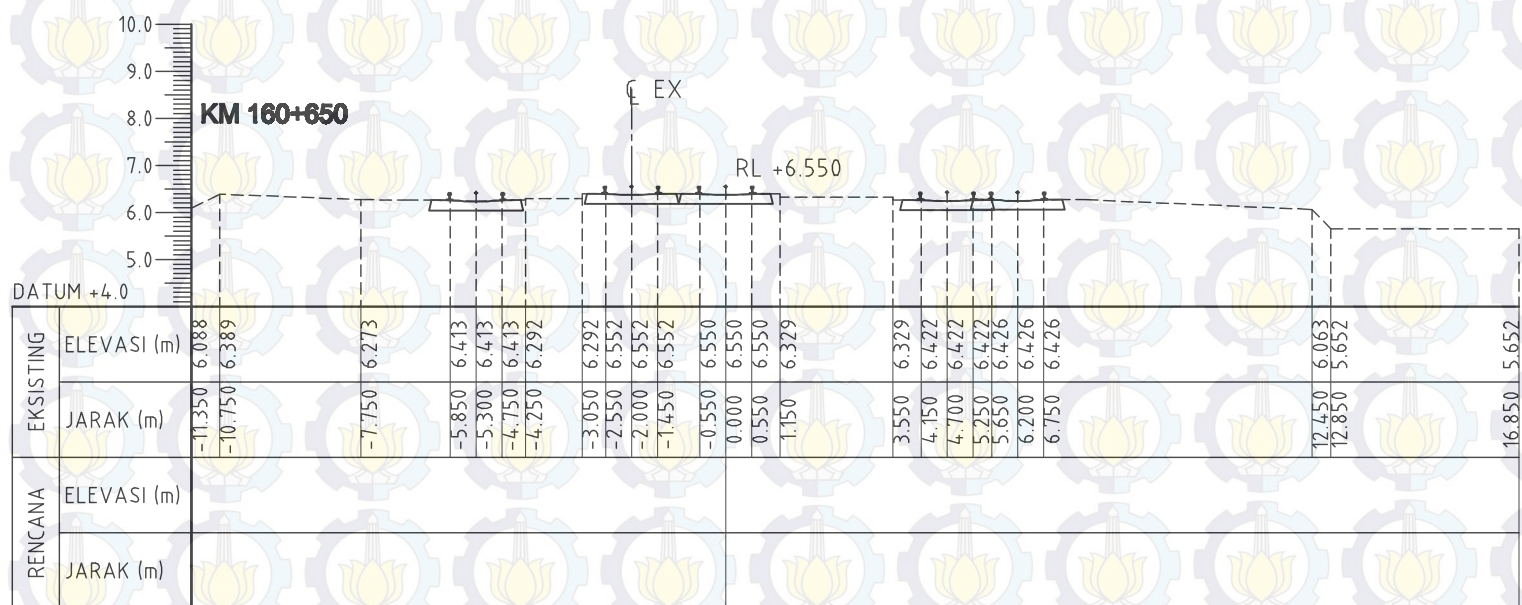
28

JML LEMBAR

42







KM 160+650
skala 1 : 150



JURUSAN BANGUNAN TRANSPORTASI
PROGRAM STUDI DIPLOMMA IV TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

JUDUL PROYEK AKHIR

PERENCANAAN ULANG JALAN KERETA API JALUR
REL GANDA DI BOJONEGORO-SURABAYA
KM 159,600 M S/D KM 161,000 M

JUDUL GAMBAR

POT MELINTANG KM 160+650 SKALA 1 : 150

DOSEN PEMBIMBING

Ir. CHOMAEDHI, CES, GEO.
NIP : 19550319.198403.1.001

NAMA/NRP MAHASISWA

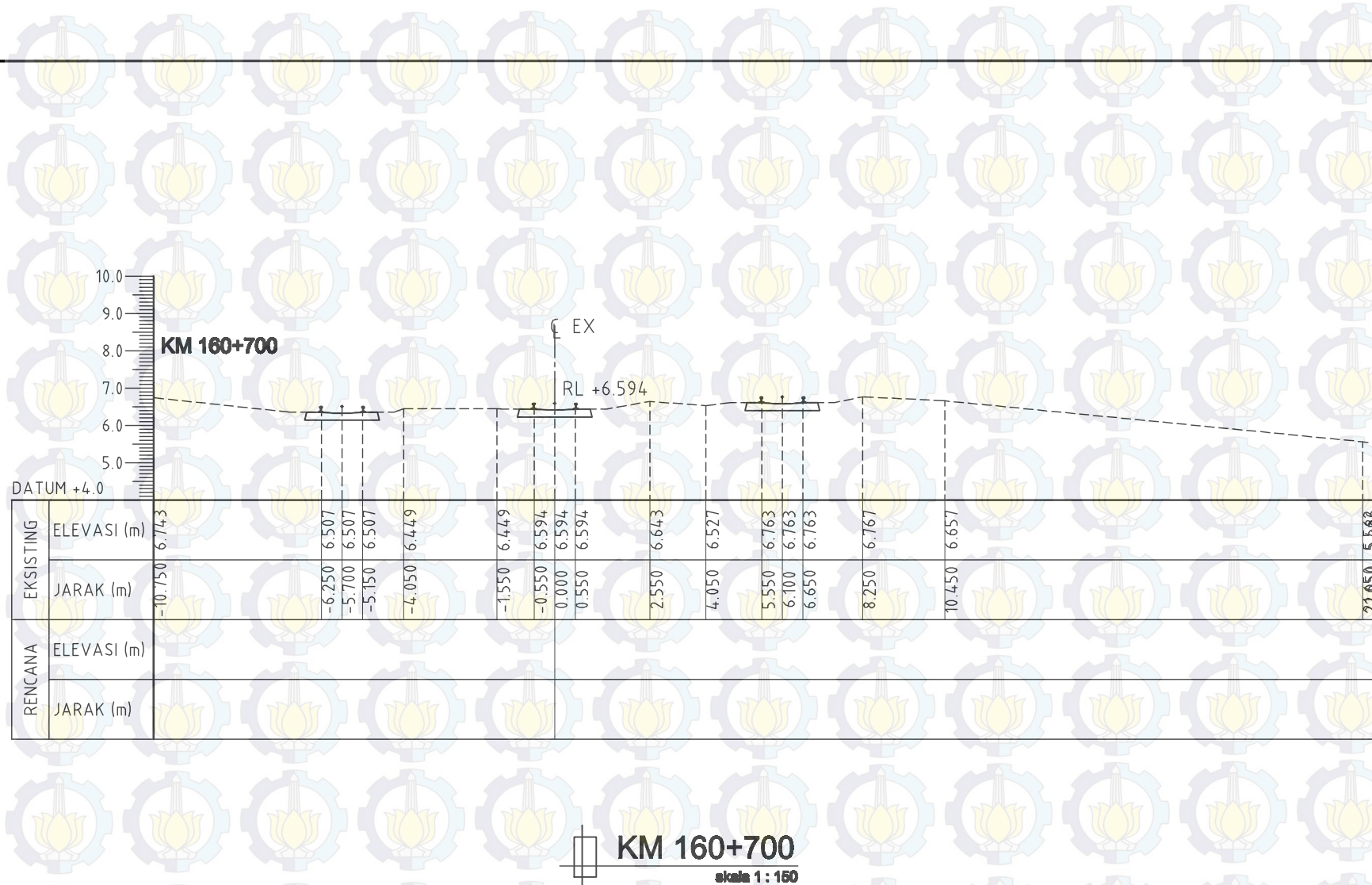
FEBRIANTO NYOTO PUTRO
NRP : 3112 040 608

NO.

32

JML. LEMBAR

42



JURUSAN BANGUNAN TRANSPORTASI
PROGRAM STUDI DIPLOMA IV TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

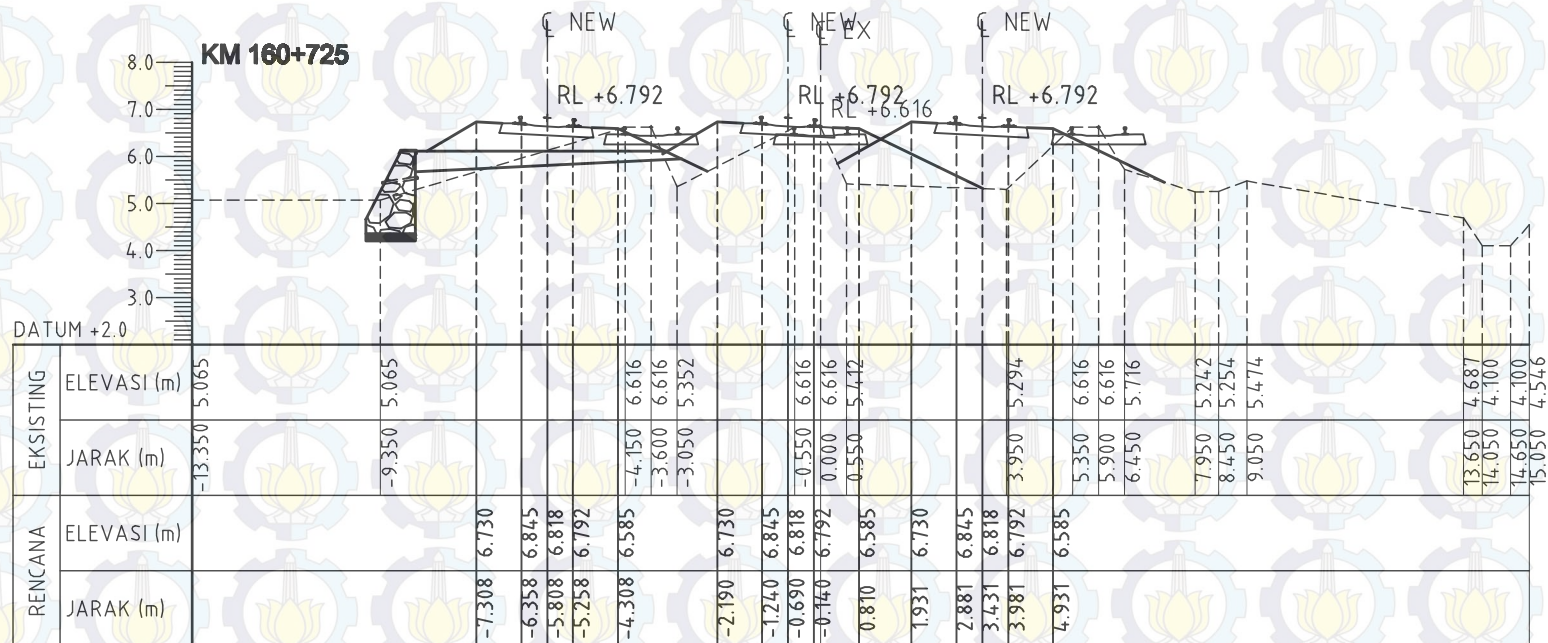
JUDUL PROYEK AKHIR
PERENCANAAN ULANG JALAN KERETA API JALUR
REL GANDA DI BOJONEGORO-SURABAYA
KM 159,600 M S/D KM 161,000 M

JUDUL GAMBAR
POT MELINTANG KM 160+700
SKALA 1 : 150

DOSEN PEMBIMBING
Ir. CHOMAEDHI, CES, GEO.
NIP : 19550319.198403.1.001

NAMA/NRP MAHASISWA
FEBRIANTO NYOTO PUTRO
NRP : 3112 040 608

NO.
33
JML LEMBAR
42



JURUSAN BANGUNAN TRANSPORTASI
PROGRAM STUDI DIPLOMA IV TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

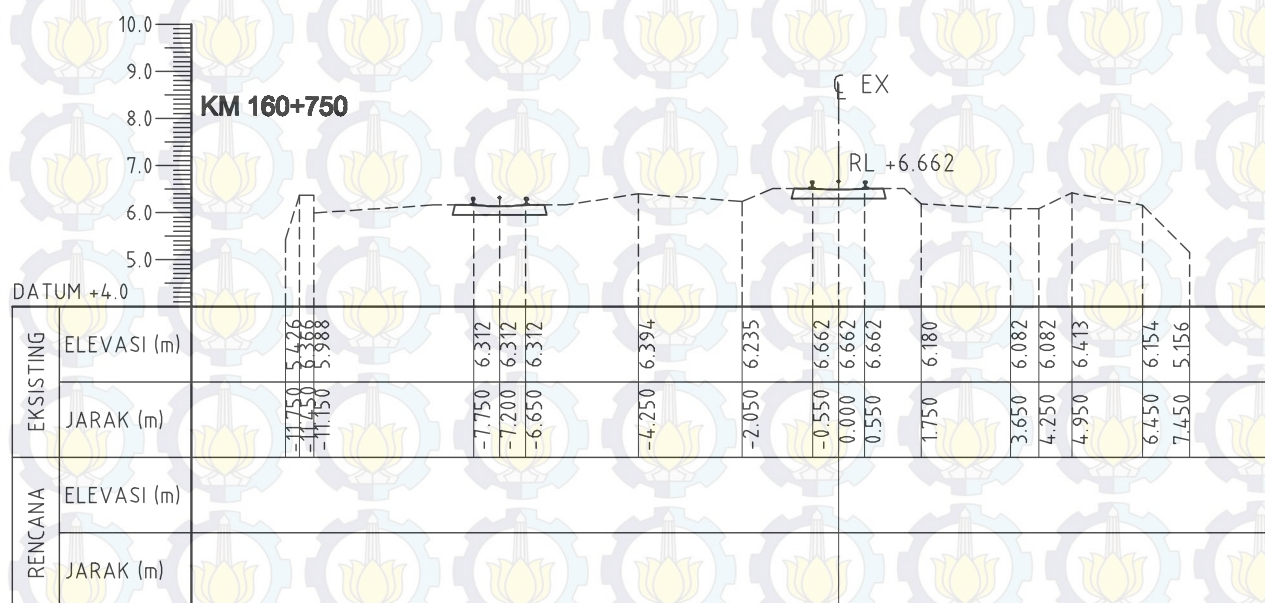
JUDUL PROYEK AKHIR
PERENCANAAN ULANG JALAN KERETA API JALUR
REL GANDA DI BOJONEGORO-SURABAYA
KM 159,600 M S/D KM 161,000 M

JUDUL GAMBAR
POT MELINTANG KM 160+725
SKALA 1 : 150

DOSEN PEMBIMBING
Ir. CHOMAEDHI, CES, GEO.
NIP : 19550319.198403.1.001

NAMA/NRP MAHASISWA
FEBRIANTO NYOTO PUTRO
NRP : 3112 040 608

NO.
34
JML. LEMBAR
42



KM 160+750
 skala 1 : 150



JURUSAN BANGUNAN TRANSPORTASI
 PROGRAM STUDI DIPLOMMA IV TEKNIK SIPIL
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
 INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

JUDUL PROYEK AKHIR

PERENCANAAN ULANG JALAN KERETA API JALUR
 REL GANDA DI BOJONEGORO-SURABAYA
 KM 159,600 M S/D KM 161,000 M

JUDUL GAMBAR

POT MELINTANG KM 160+750

SKALA 1 : 150

DOSEN PEMBIMBING

Ir. CHOMAEDHI, CES, GEO.
 NIP : 19550319.198403.1.001

NAMA/NRP MAHASISWA

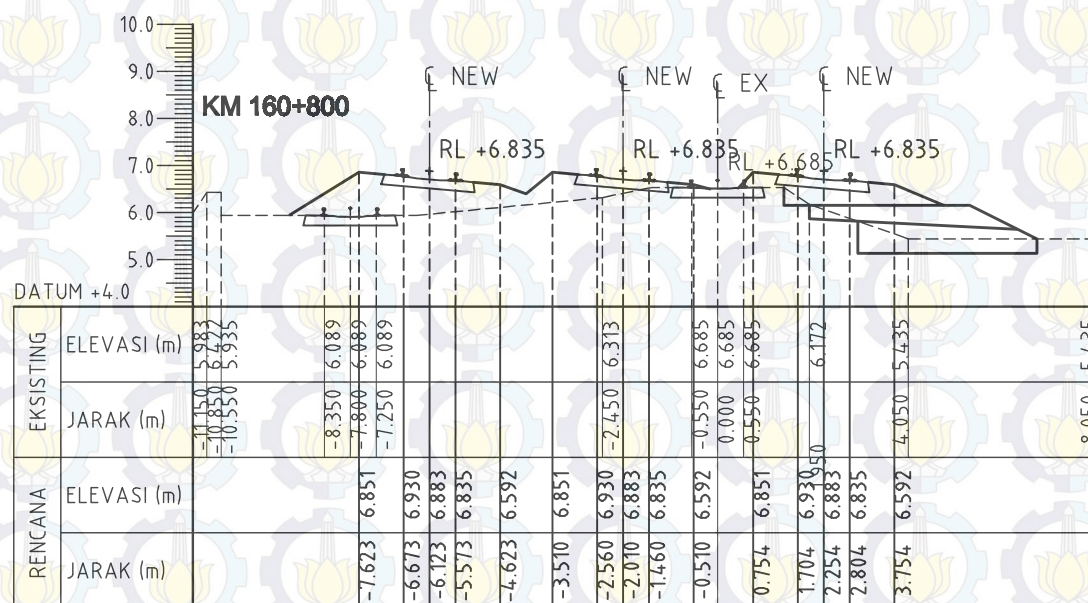
FEBRIANTO NYOTO PUTRO
 NRP : 3112 040 608

NO.

35

JML. LEMBAR

42



KM 160+800
skala 1 : 150



JURUSAN BANGUNAN TRANSPORTASI
PROGRAM STUDI DIPLOMA IV TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

JUDUL PROYEK AKHIR

PERENCANAAN ULANG JALAN KERETA API JALUR
REL GANDA DI BOJONEGORO-SURABAYA
KM 159,600 M S/D KM 161,000 M

JUDUL GAMBAR

POT MELINTANG KM 160+800

SKALA 1 : 150

DOSEN PEMBIMBING

Ir. CHOMAEDHI, CES, GEO.
NIP : 19550319.198403.1.001

NAMA/NRP MAHASISWA

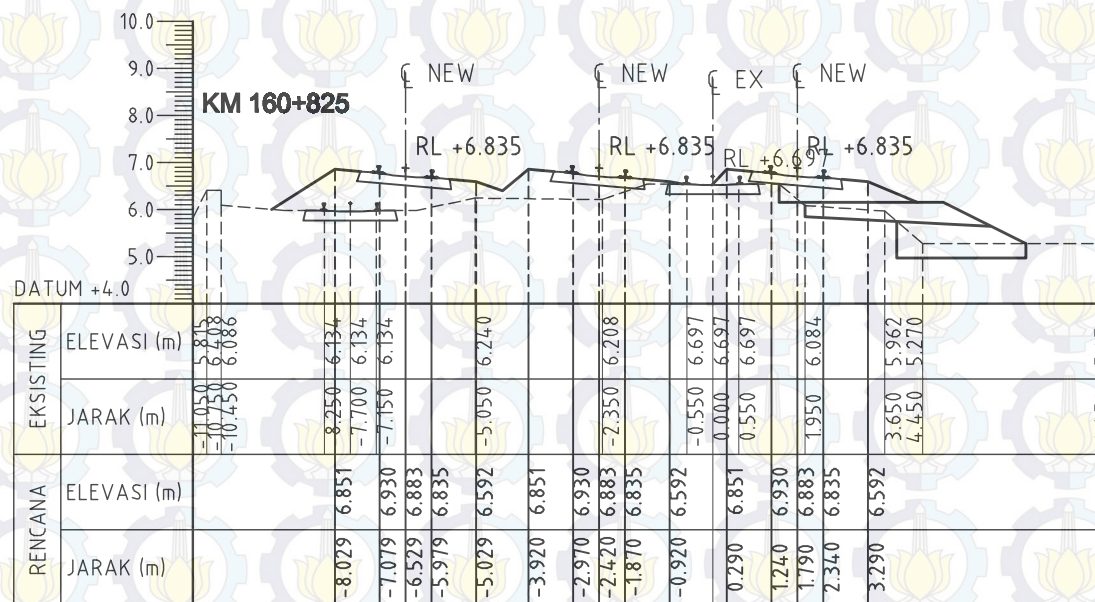
FEBRIANTO NYOTO PUTRO
NRP : 3112 040 608

NO.

37

JML LEMBAR

42



KM 160+825
skala 1 : 150



JURUSAN BANGUNAN TRANSPORTASI
PROGRAM STUDI DIPLOMA IV TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

JUDUL PROYEK AKHIR
PERENCANAAN ULANG JALAN KERETA API JALUR
REL GANDA DI BOJONEGORO-SURABAYA
KM 159,600 M S/D KM 161,000 M

JUDUL GAMBAR
POT MELINTANG KM 160+825
SKALA 1 : 150

DOSEN PEMBIMBING
Ir. CHOMAEDHI, CES, GEO.
NIP : 19550319.198403.1.001

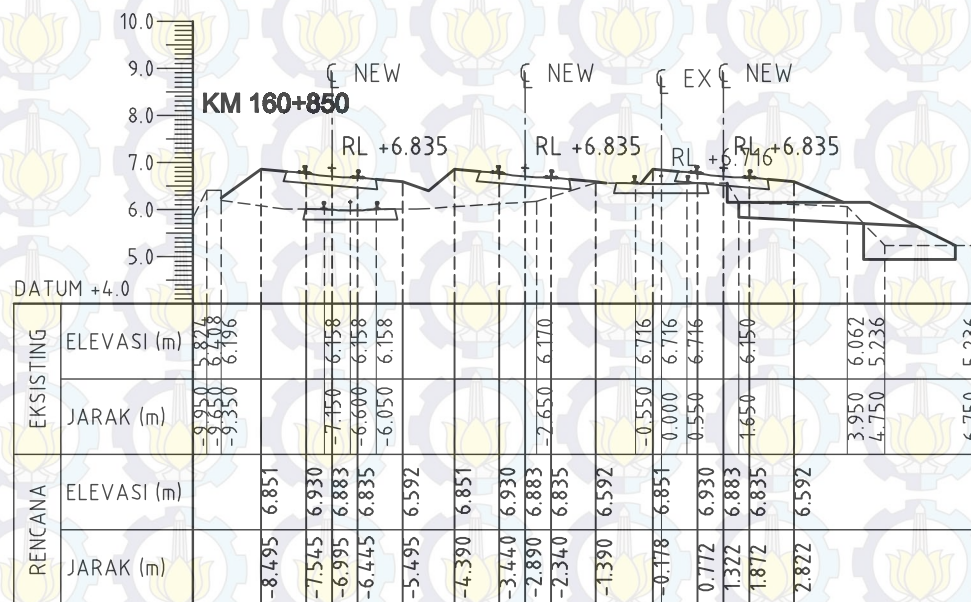
NAMA/NRP MAHASISWA
FEBRIANTO NYOTO PUTRO
NRP : 3112 040 608

NO.

38

JML LEMBAR

42



KM 160+850
skala 1 : 150



JURUSAN BANGUNAN TRANSPORTASI
PROGRAM STUDI DIPLOMA IV TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

JUDUL PROYEK AKHIR
PERENCANAAN ULANG JALAN KERETA API JALUR
REL GANDA DI BOJONEGORO-SURABAYA
KM 159,600 M S/D KM 161,000 M

JUDUL GAMBAR
POT MELINTANG KM 160+850
SKALA 1 : 150

DOSEN PEMBIMBING
Ir. CHOMAEDHI, CES, GEO.
NIP : 19550319.198403.1.001

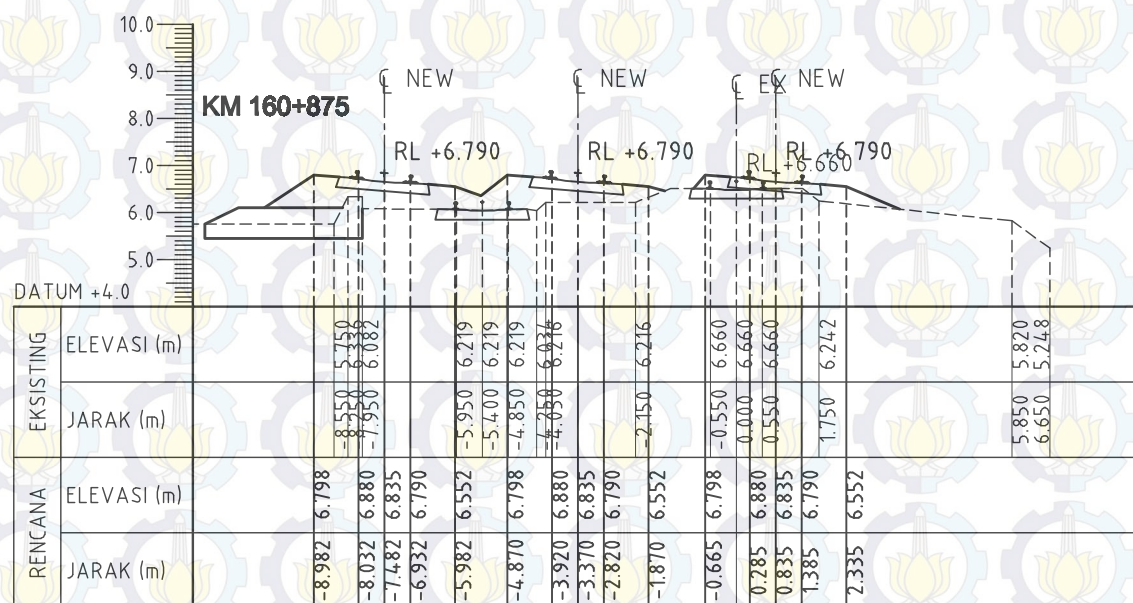
NAMA/NRP MAHASISWA
FEBRIANTO NYOTO PUTRO
NRP : 3112 040 608

NO.

39

JML LEMBAR

42



KM 160+875
skala 1 : 150



JURUSAN BANGUNAN TRANSPORTASI
PROGRAM STUDI DIPLOMA IV TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

JUDUL PROYEK AKHIR

PERENCANAAN ULANG JALAN KERETA API JALUR
REL GANDA DI BOJONEGORO-SURABAYA
KM 159,600 M S/D KM 161,000 M

JUDUL GAMBAR

POT MELINTANG KM 160+875 SKALA 1 : 150

DOSEN PEMBIMBING

Ir. CHOMAEDHI, CES, GEO.
NIP : 19550319.198403.1.001

NAMA/NRP MAHASISWA

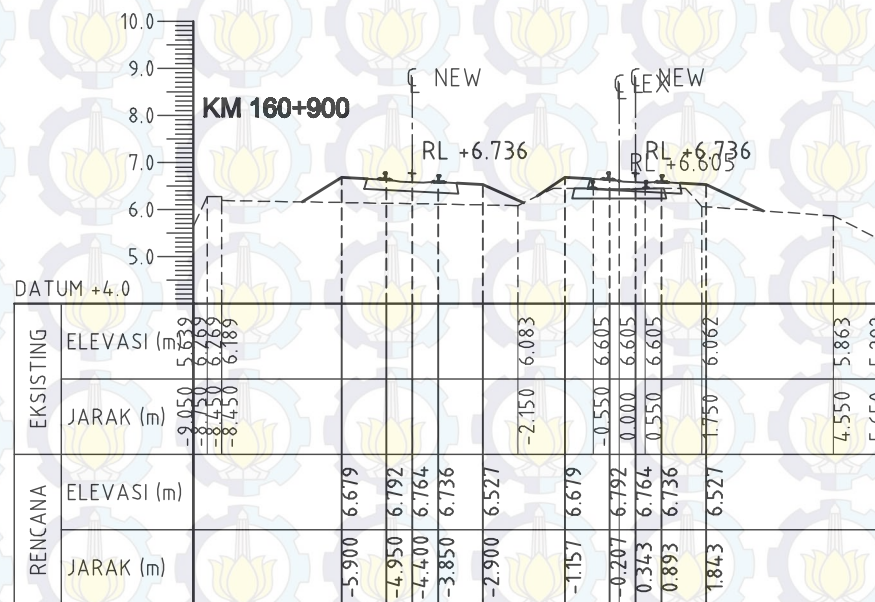
FEBRIANTO NYOTO PUTRO
NRP : 3112 040 608

NO.

40

JML LEMBAR

42



KM 160+900
skala 1 : 150



JURUSAN BANGUNAN TRANSPORTASI
PROGRAM STUDI DIPLOMA IV TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA

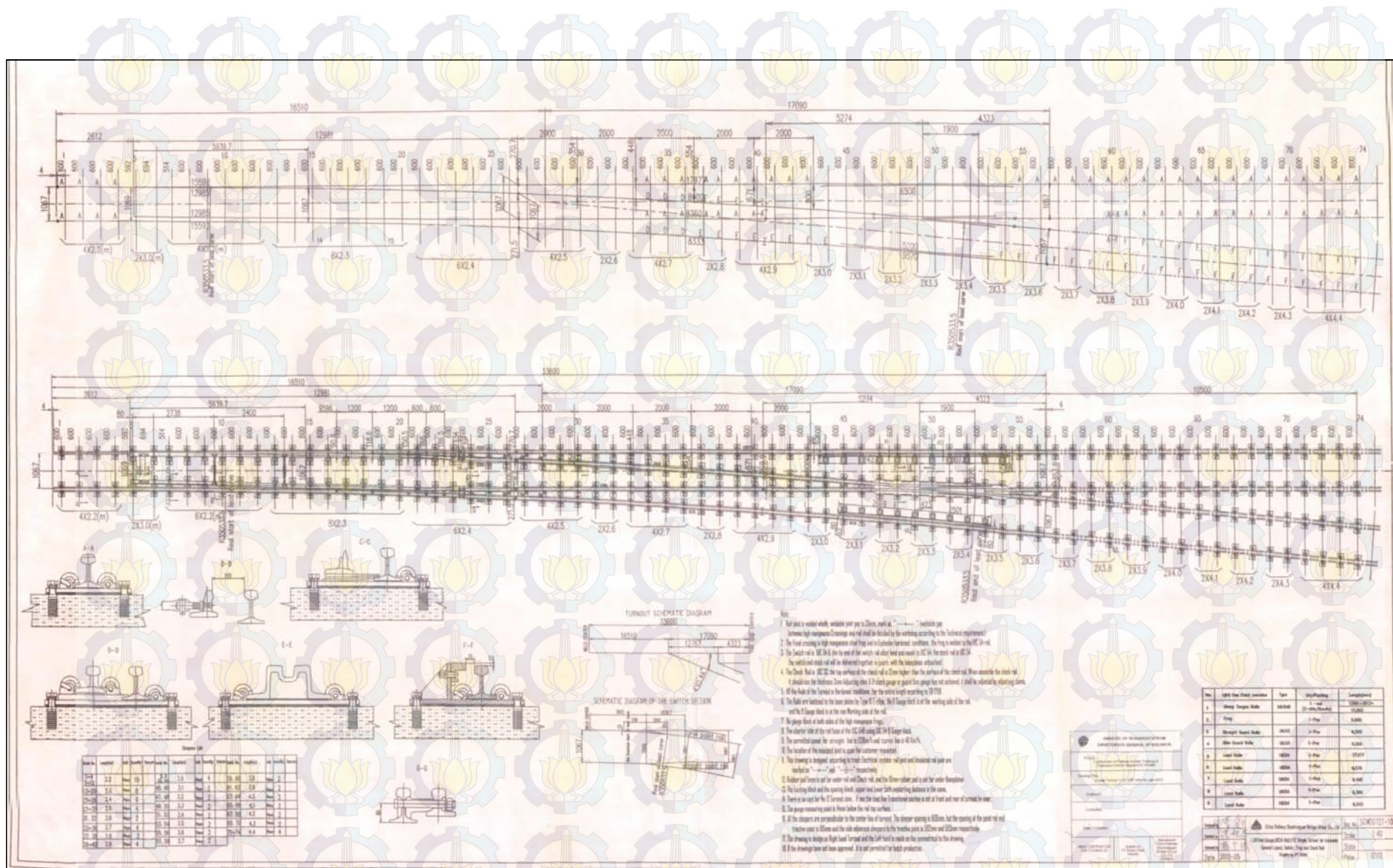
JUDUL PROYEK AKHIR
PERENCANAAN ULANG JALAN KERETA API JALUR
REL GANDA DI BOJONEGORO-SURABAYA
KM 159,600 M S/D KM 161,000 M

JUDUL GAMBAR
POT MELINTANG KM 160+900
SKALA 1 : 150

DOSEN PEMBIMBING
Ir. CHOMAEDHI, CES, GEO.
NIP : 19550319.198403.1.001

NAMA/NRP MAHASISWA
FEBRIANTO NYOTO PUTRO
NRP : 3112 040 608

NO.
41
JML. LEMBAR
42



**JURUSAN BANGUNAN TRANSPORTASI
PROGRAM STUDI DIPLOMA IV TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA**

JUDUL PROYEK AKHIR

**PERENCANAAN ULANG JALAN KERETA API JALUR
REL GANDA DI BOJONEGORO-SURABAYA
KM 159,000 M S/D KM 161,000 M**

JUDUL GAMBAR

DETAIL WESEL

DOSEN PEMBIMBING

**Ir. CHOMAEDHI, CES, GBO.
NIP : 19680819.196408.1.001**

NAMA/NRP MAHASISWA

**FEBRIANTO NYOTO PUTRO
NRP : 2112 040 008**

NO.

42

JML. LEMBAR

42

RAILWAY CONCRETE PRODUCT

DESCRIPTION

Type of Railway Product: Prestressed Concrete Sleepers
Prestressed Concrete Turnout Sleepers
Prestressed Concrete Catenary Poles

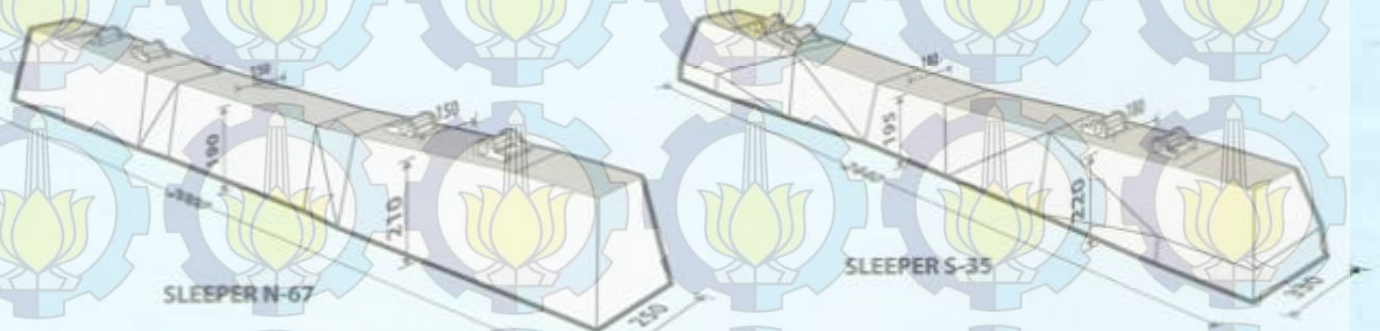
DESIGN & MANUFACTURING REFERENCE

Design: PD No. 10 - Perumka
AREMA Chapter 30 - 2009
GOST 10629 - 1988
TB/T 3080 - 2030
JIS A 5309 - 1981

Indonesian Railways Design Reference
American Railway Engineering Maintenance of Ways
Prestressed Concrete Sleepers for Railway Wide 1520 mm
Technical Concrete Sleeper Railway Industry Standards
Prestressed Concrete Spun Poles

Manufacturing: WB - PRD - PS - 16
Production Manufacturing Procedure

PRODUCT SHAPE & SPECIFICATION | PC SLEEPERS



PC SLEEPERS DIMENSION

Type	Sleeper Length (mm)	Depth (mm)		Width at Rail Seat (mm)		Width at Center (mm)	
		at rail seat	at center	Upper	Bottom	Upper	Bottom
N-67	2000	210	190	150	250	150	226
S-35	2440	220	195	190	310	180	240
W-20	2700	195	145	224	300	182	250

PC SLEEPERS SPECIFICATION

Concrete Compressive Strength $f'_c = 52$ MPa (Cube 100 kg/cm²)

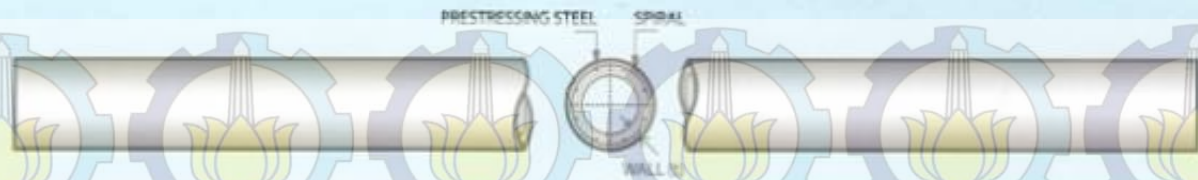
Type **	Track Gauge (mm)	Design Axle Load (ton)	Train Speed (km/h)	Sleeper Weight (kg)	Design Bending Moments (kg.m)				Design Reference ***
					Moments at Rail Seat		Moments at Centre		
					positive (+)	negative (-)	positive (+)	negative (-)	
N-67	1067	18	120	190	1500	750	660	930	PERUMKA PD - 10
S-35	1435	25	200	330	2300	1500	1300	2100	AREMA
W-20	1520	23	120	225	1300	-	-	980	GOST 10629 Grade-1

Note: *) Type of Rail is available for R-33, R-38, R-40, R-42, R-50, R-54 & R-60

**) Type of fastening is available for Pindad E-Clip, Pandrol E-Clip, Vossloch Clip, DE-Clip or others adjustable to customer requirement

***) Standard design reference is adjustable to customer requirement

PRODUCT SHAPE & SPECIFICATION | PC CATENARY POLES

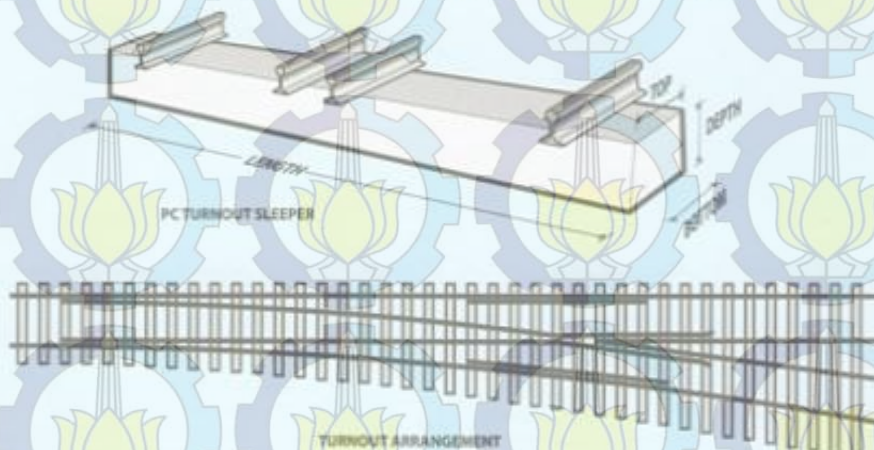


PC CATENARY POLES SPECIFICATION

Concrete Compressive Strength $f_c = 52 \text{ MPa}$ (Cube 600 kg/cm^2)

Type	Outside Diameter (mm)	Thickness Wall (mm)	Gross Section (cm ²)	Section Inertia (cm ⁴)	Unit Weight (kg/m)	Bending Moment		Length of Pole (m)
						Crack (ton.m)	Ultimate (ton.m)	
C-50	350	70	616	64,175	154	5.00	10.00	9 - 12
C-65	350	70	616	64,115	154	6.50	13.00	10 - 14
C-75	350	70	616	64,115	154	7.50	15.00	13 - 14
C-110	400	75	766	106,489	191	11.00	22.00	11 - 14
C-150	450	80	930	166,570	232	15.00	30.00	12 - 15

PRODUCT SHAPE & SPECIFICATION | PC TURNOUT & SCISSORS SLEEPERS



SPECIFICATION

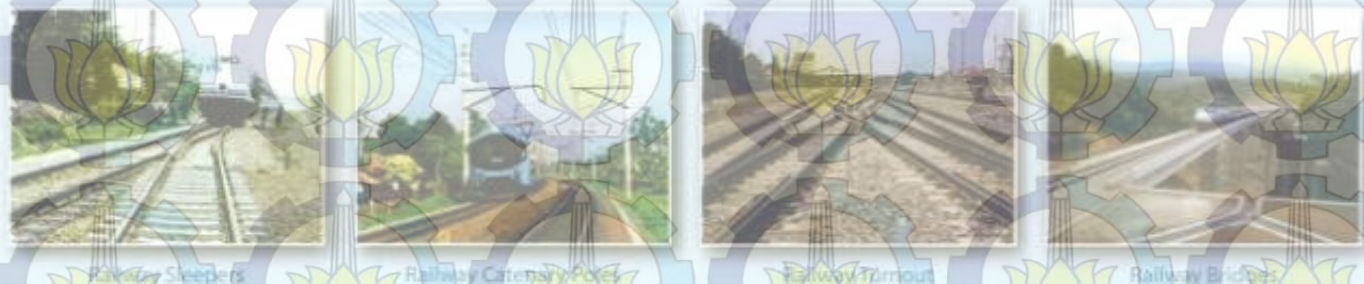
Concrete Compressive Strength $f_c = 60 \text{ MPa}$ (Cube 700 kg/cm^2)

Type	Sleepers Quantity (pcs/set)	Unit Weight (kg/m)	Dimension (mm)			
			Length	Depth	Bottom	Top
Turnout 1:10	74	154	Variable	220	300	260
Turnout 1:12	74					
Scissor 1:10	84					

Note:

1. Type, quantity and dimension of PC Turnout or Scissor Sleeper per arrangement is adjustable to customer requirement
2. Type of fastening is adjustable to customer requirement

PRODUCT APPLICATION



HEAD OFFICE

Ph. +62 (21) 64273363 (hunting) | Fax. +62 (21) 64273341, 84973392 | E-mail: marketing@wika-beton.co.id | Website: <http://www.wika-beton.co.id>

SALES AREA OFFICE

• Medan: Ph. +62 (61) 6627577, 6626225 | Fax. +62 (61) 6626076 • Pekanbaru: Ph./Fax. +62 (761) 849929 • Palembang: Ph. +62 (711) 712534, 7300399 | Fax. +62 (711) 720011
 • Jakarta: Ph. +62 (21) 8792808, 8199024 | Fax. +62 (21) 8500694 • Semarang: Ph. +62 (24) 8411890, 8310787 | Fax. +62 (24) 8318135, 8310881 • Surabaya: Ph. +62 (31) 8476795, 8476796 | Fax. +62 (31) 8435384
 • Balikpapan: Ph. +62 (542) 875927, 877027 | Fax. +62 (542) 875927 • Makassar: Ph. +62 (411) 511761, 4723100, 4723200 | Fax. +62 (411) 511955, 4723166

SOIL DESCRIPTION

Proyek
okasi
MAT

Pembangunan jalan gergaji K.A.I
Km 166+950
+ 0.00 cm (Tidak Terdeteksi)

BH
Tgl 13 Agustus 2012

Depth (m)	UNDISTURBED SAMPLE	GWL (m)	BOR LOG	DESKRIPSI TANAH/BATUAN	Physical Properties	Atterberg Limit	Oedometer Test	Strength Test
-----------	--------------------	---------	---------	------------------------	---------------------	-----------------	----------------	---------------

0				Lempung berair Abu-abu kecoklatan	γ_t Top/Up W_c S_c e_c	d G_s LL e_{lim}	PL IP $LL - IP$	Swell Test SP SwP	Testing Type C q_u k_{cm}^2 k_{cm}^3
10				Lempung berair Abu-abu	1.688 42.46 92.35 1.197 2.603				UU 0.191 2.00
20				Lempung berair Abu-abu	1.631 41.58 94.98 1.295 2.644				UU 0.245 2.00
30				Lempung berair Abu-abu	1.731 40.83 94.49 1.124 2.615				UU 0.216 3.20
40									
50									

LEGENDA:



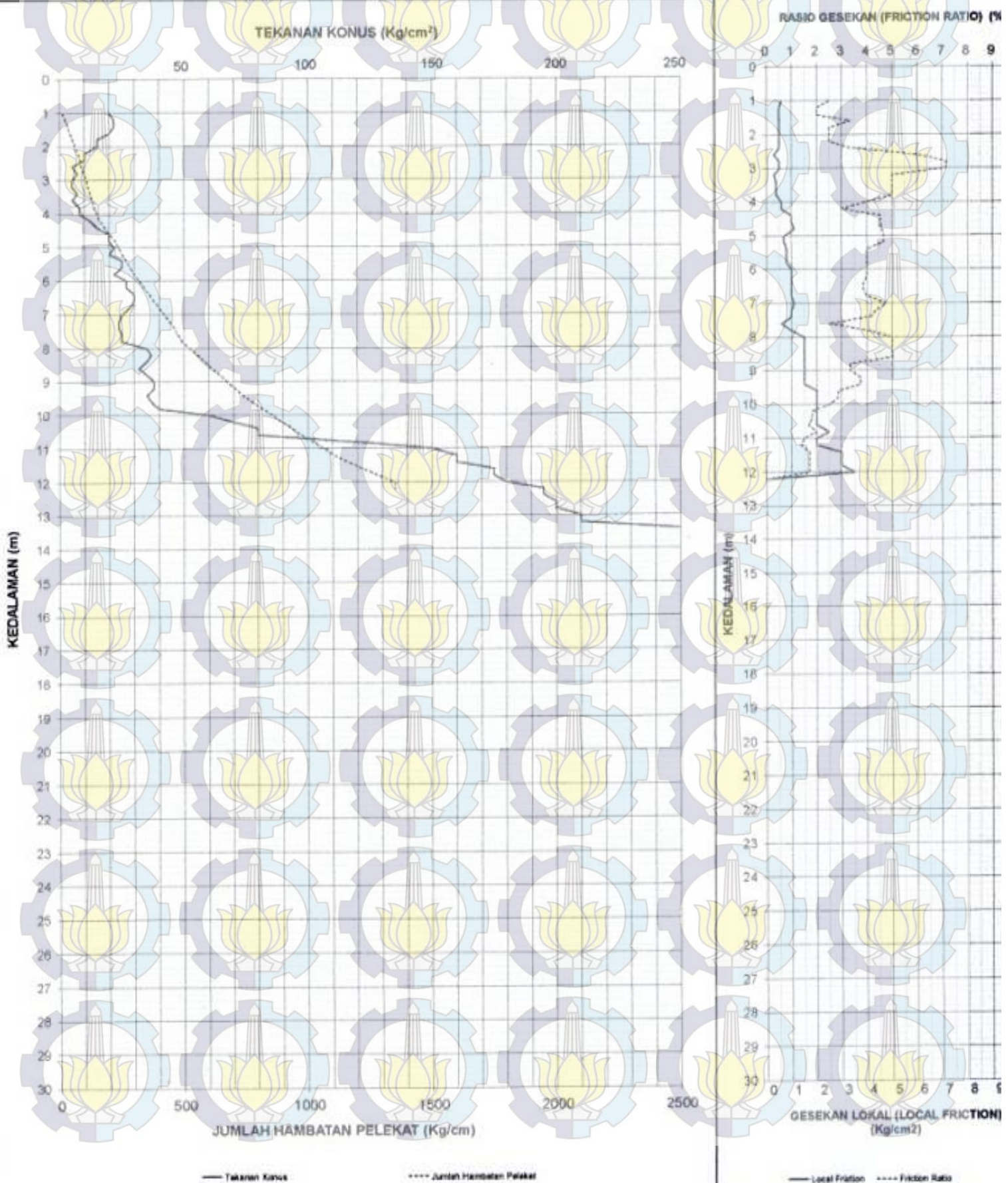
REMARKS:

* = Not Tests
NP = Non Plastic
NS = Not Sample
VSh = Vane Shear
w = Unit weight
Sr = Degree of Saturation
Cc = Coefficient Compression
e = Void Ratio
Gs = Specific Gravity
Sp = Swell Potential
SwP = Swell Pressure
LL = Liquid limit
PL = Plastic limit
IP = Plasticity Index

GRAFIK SONDIR (DUCTH CONE PENETROMETER TEST)

TITIK : I
LOKASI : KM 159+800
ELEVASI : ± 0.00 m (muka tanah setempat)

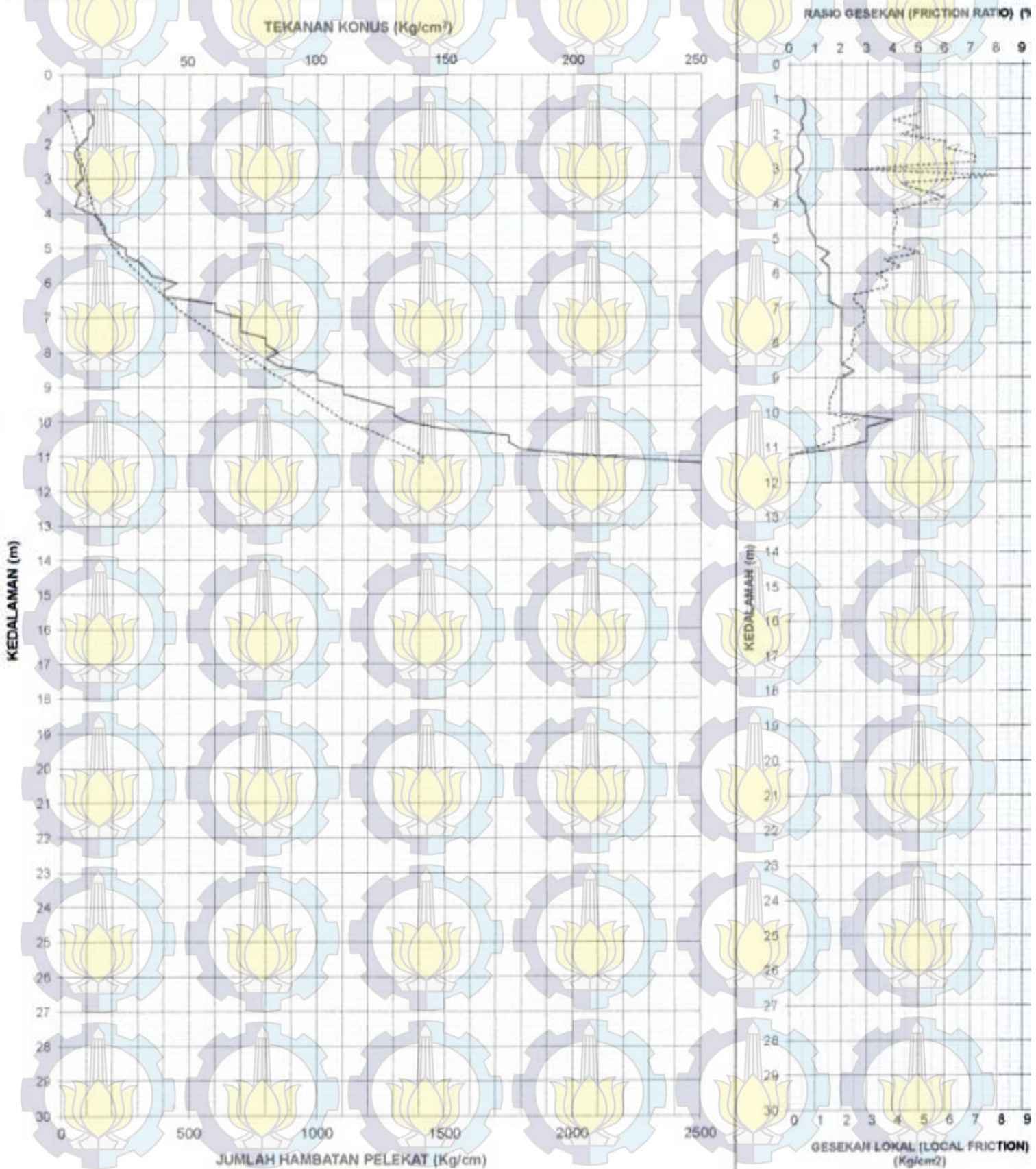
MASTER SONDIR : Purwanto
TANGGAL : 6-Aug-12



GRAFIK SONDIR (DUCTH CONE PENETROMETER TEST)

TITIK : SII
LOKASI : KM 159+600
ELEVASI : ± 0.00 m (muka tanah setempat)

MASTER SONDIR : Purwanto
TANGGAL : 6-Aug-12



— Tekanan Korus

---- Jumlah Hambatan Pelekat

— Local Friction ---- Friction Ratio



LABORATORIUM MEKANIKA TANAH & BATUAN

JURUSAN TEKNIK SIPIL FTSP-ITS.

Kampus ITS. Keputih, Sukolilo Surabaya (60111)

Telp.: 031-5928601, 5994251-55 Pesw. 1140, Fax. 031-5928601

KADAR AIR NATURAL (W_c) DAN SPESIFIK GRAVITY (G_s)

(ASTM D2216-80 & D854-90 ; SNI 03 1965-1990 & 03-1964-1990)

KLIEN : PT. WAHANA TUNGGAL JAYA

Tanggal Uj : 14 Maret 2013

PROYEK : PEMBANGUNAN JALUR GANDA JALAN KERET API LINTAS BOJONEGORO

Diuji Oleh : Herry S

LOKASI : SURABAYA PASAR TURI KM 159+600 S/D KM 161+000

Diperiksa : Ir. Gani, MT

QUARRY : SIRTU DARI DESA WATUKOSEK, KEC. GEMPOL, PASURUAN

SAMPLE No.

Material Sirtu dari Desa Watukosek,
Kec. Gempol, Pasuruan

Diskripsi tanah

Pasir Kerikil, warna abu2 terang

1 2 Rata-Rata

Nomor Cawan

59 44

Berat cawan kosong

gr 48.29 48.27

Berat cawan + tanah basah

gr 121.13 110.57

Berat cawan + tanah Kering

gr 117.75 107.76

Berat cawan peloberan H_g

gr

Berat cawan Peloberan H_g (air raksa)

gr

Berat H_g (Air Raksa)

gr

Berat tanah basah

gr 72.84 62.30

Volume tanah

cc

Berat air

gr 3.38 2.81

Berat tanah kering

gr 69.46 59.49

Nomor Piknometer

81 19

Berat piknometer kosong

gr 336.24 336.53

Berat piknometer + air suling

gr 379.78 373.83

Berat pikno. + air + tanah kering

gr

Volume of solid

V_s cc 25.97 22.23

Volume of void

V_v cc 11.92 25.87

Berat volume tanah

γ gr/cc

Berat volume kering

γ_d gr/cc

Kadar Air Natural

W_c % 4.87 4.72 4.79

Derajat Kejunghuan

S_r %

Porositas

n %

Angka Por

e

Temperatur ($^{\circ}$ C)

T $^{\circ}$ C 28 28

Corection factor

α 0.9980 0.9980

Spesifik Gravity

G_s 2.674 2.676 2.675

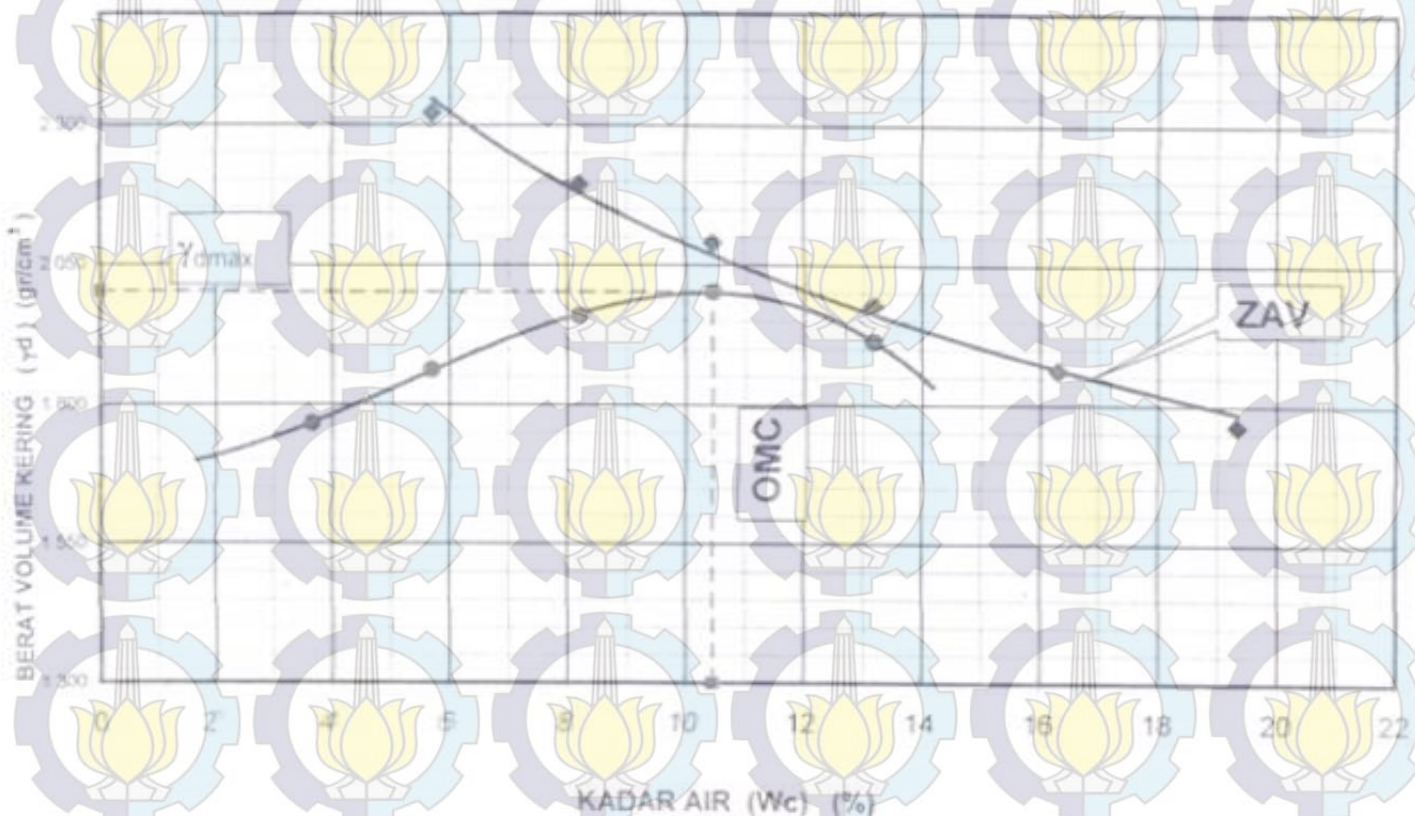


PENGUJIAN MODIFIED PROKTOR

(ASTM D 1557-00; SNI 03-1743-1989)

KLIEN : PT. WAHANA TUNGGAL JAYA
PROYEK : PEMERINTAH SALUR GANDA JALAN KERET API LINTAS BUKITONEGORO
SURABAYA PS TURI KM. 159+600 S/D KM. 161+000
Tanggal Uji : 11 Maret 2013
Diuji oleh : Harno Cs
Diperiksa : Ir. Gani, MT
QUARRY MATERIAL : SIRTU DARI DESA WATU KOSEK, KEC. GEMPOL, PASURUAN
Jenis Material : PASIR KERIKIL, WARNA ABU-ABU TERANG
Metode Tes : D
DIMENSI MOLD : Diameter (φ) : 15.2 cm Berat Penumbuk : 10 lb Jumlah lapisan : 5 layer
Tinggi (h) : 11.6 cm Jumlah pukulan/lapis : 56 Tinggi Jatu Penumbuk : 18 inch
Sample No. :

	unit	1	2	3	4	5	6	7
Berat Cawan	gr	49.990	48.040	47.860	42.360	43.710		
Berat cawan + tanah	gr	148.294	159.394	161.252	283.696	159.740		
Berat cawan + tanah kering	gr	144.835	153.399	152.657	188.423	146.220		
Berat Tanah kering	gr	94.845	105.359	104.777	146.063	102.510		
Berat Mold + tanah	gr	12433	12724	13042	13285	13138		
Berat Mold	gr	8580	8580	8580	8580	8580		
Berat Tanah	gr	3853	4144	4462	4655	4558		
Volume Mold	cm ³	2104.92	2104.92	2104.92	2104.92	2104.92		
Berat volume tanah (γ _t)	gr/cm ³	1.830	1.969	2.120	2.211	2.165		
Kadar air (W _c)	%	3.65	5.69	5.20	10.46	13.19		
Berat Volume Kering (γ _d)	gr/cm ³	1.766	1.863	1.959	2.002	1.913		



Specific Gravity

G_s = 2.675

Kadar Air Optimum

OMC = 10.46 %

Berat Volume Kering Max.

γ_{dmax} = 2.002 gr/cm³



CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) LAB. TES

ASTM D 1583-73, AASHTO T-193-81, SNI 03-1744-1999

KLIEN

PT. WAHANA TUNGGAL JAYA

Diuji Tanggal : 18 Maret 2013

PROYEK

PEMB. JALUR GANDA JALAN KERET API LINTAS BOJONEGORO- SURABAYA Diuji Oleh : Umar C.

PASAR TURI KM. 159+600 SD KM. 151+000

Dipeniksa : Ir. Gani M.T.

QUAR/MATERIAL

SIRTU DARI DESA WATUKOSEK, KEC. GEMPOL, PASURUAN

Sample No.

JENIS MATERIAL

PASIR KERIKIL BERBATU WARNA ABU-ABU TERANG

Volume Cetakan	2208.8	cm ³
Brt cetakan + tanah	11974.2	gr
Berat Cetakan	7092	gr
Brt tanah dalam cetakan	4882.2	gr
Brt tanah kering	4420.29	gr
Brt / vol kering	2.001	gr/cc
Brt / vol tanah, (gr)	2.210	gr/cc
Tinggi sampel	12.500	mm
Skala dial	0.000	mm
Bacaan dial	0.000	mm
Swelling	0.000	mm
Prosentase Swelling	0.000	%
Kadar Air (Wc)	10.45	%

Kadar Air	Sebelum	Sesudah
Brt cawan + tanah	gr = 926.31	gr = 928.16
Brt cawan + tnh kering (gr)	118.38	116.26
Brt cawan	gr = 42.51	45.05
Brt air	gr = 7.93	11.90
Brt tanah kering	gr = 75.87	71.21
Kadar Air (Wc)	Wt% = 10.45	16.71

KALIBRASI PROVING RING

1 divisi = 8.469 lb

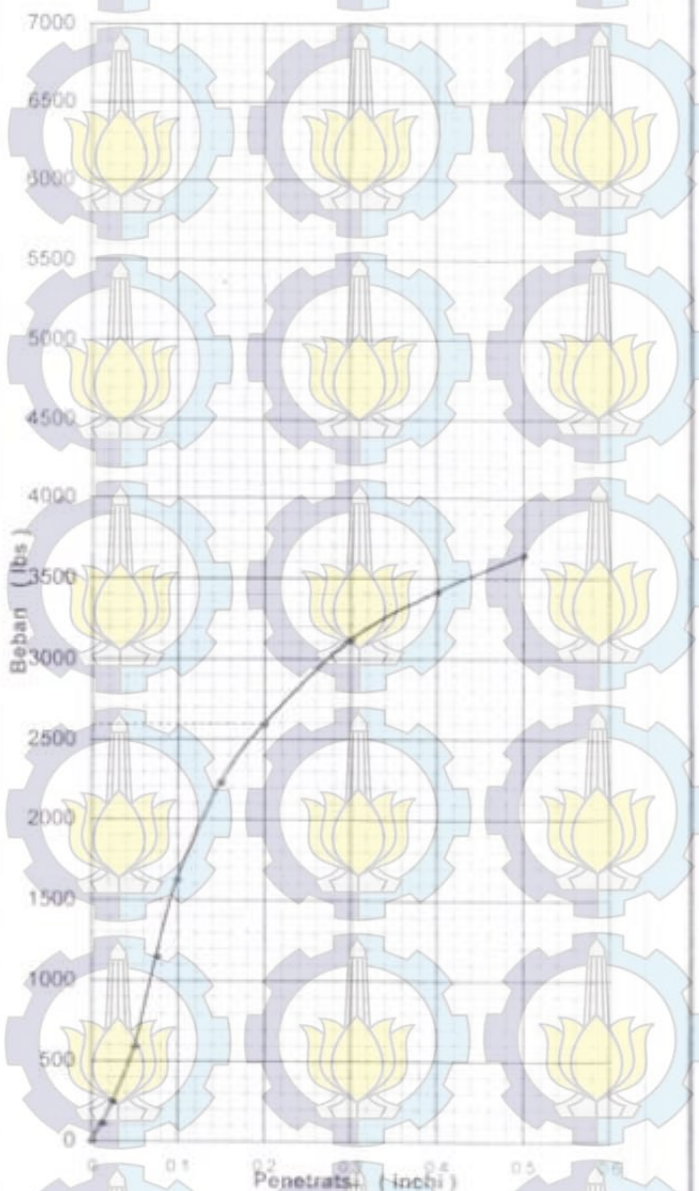
1 divisi = 3.842 Kg

PENETRASI (inchi)	PEMBAC. GUN	BEBAN (lbs)
0	0	0
0.0125	13	110.10
0.0250	29	245.60
0.0500	70	592.83
0.0750	136	1151.78
0.1000	192	1626.05
0.1500	263	2227.35
0.2000	306	2591.51
0.3000	368	3116.59
0.4000	403	3413.01
0.5000	430	3641.67

NILAI C B R (RENDAMAN)

0.1" =	$\frac{1626.0}{3000} \times 100\%$	= 54.20 %
0.2" =	$\frac{2591.5}{4500} \times 100\%$	= 57.59 %

C B R DESIGN = 54.20 %



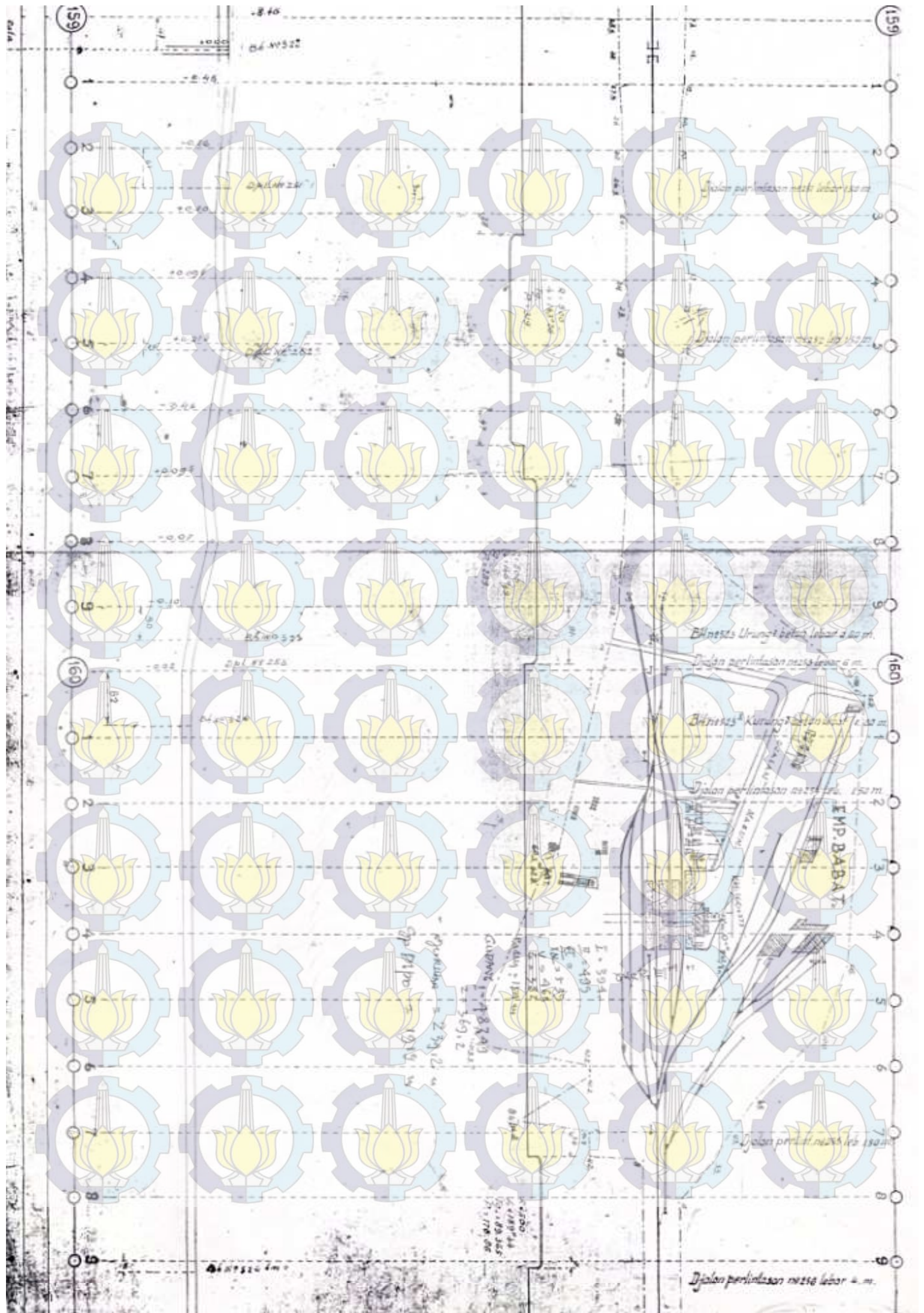
Keterangan:

Modified Proctor Test

Optimum Moisture Content (OMC) = 15.41 %

- Berat Volume Kering (γ_{dmax}) = 1.716 g/cm³

56 Tambukan



Dalan perlintasan rel lebar 4 m.

PENULIS

FEBRIANTO NYOTO PUTRO



Penulis dilahirkan di Kediri 08 Februari 1981 Anak pertama dari 3 bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal di SD Negeri 1 Popongan Karanganyar, SMP Negeri 2 Karanganyar dan SMA Negeri 1 Karanganyar dan melanjutkan ke Diploma III Teknik Sipil ITS dengan Jurusan Bangunan Gedung dan terdaftar dengan NRP 3199032030. Setelah penulis lulus dari Diploma III Teknik Sipil, penulis melanjutkan pendidikan nya pada Diploma IV Teknik Sipil dan mengambil bidang Bangunan Transportasi. Penulis merupakan pendiri dan aktif pada organisasi mahasiswa KOMPAS ITS. Penulis memulai kariernya di bidang konstruksi sebagai Estimator di PT Graha Mukti Indah mulai tahun 2003 sampai dengan tahun 2008, kemudian sebagai Site Manager di PT Sekar Kedaton Nusantara dari tahun 2008 sampai dengan tahun 2010. Di tahun 2010 penulis telah mendirikan perusahaan konstruksi dengan nama CV KAMAYANGAN yang mempunyai bidang usaha konstruksi bangunan gedung, jalan dan drainase.